



DESCRIPTION DE LA CIRCULATION OCEANIQUE ET DE SA VARIABILITE DANS L'OCEAN ATLANTIQUE TROPICAL

B. Bourlès

► To cite this version:

B. Bourlès. DESCRIPTION DE LA CIRCULATION OCEANIQUE ET DE SA VARIABILITE DANS L'OCEAN ATLANTIQUE TROPICAL. Océan, Atmosphère. Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2010. tel-01009613

HAL Id: tel-01009613

<https://theses.hal.science/tel-01009613>

Submitted on 18 Jun 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

N° d'ordre :
Année : 2010

UNIVERSITE PAUL SABATIER, TOULOUSE
HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES

Préparée au

Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiale
LEGOS, UMR 5566 (CNES, CNRS, IRD, UPS; Toulouse, FRANCE)

et au

Centre de Recherches Halieutiques et Océanologiques du Bénin
(CRHOB/CBRST, Cotonou, BENIN)

DESCRIPTION DE LA CIRCULATION OCEANIQUE
ET DE SA VARIABILITE
DANS L'OCEAN ATLANTIQUE TROPICAL

BERNARD BOURLES
Directeur de Recherche (DR) à l'IRD
(bernard.bourles@ird.fr)

Soutenue le 14 octobre 2010 devant le jury composé de:

Mr Nicholas HALL,
Mme Lien HUA,
Mme Pascale DELECLUSE,
Mr Jacques VERRON,
Mr Yves DU PENHOAT
Mr Jean-Luc REDELSPERGER

Prof. Univ. Paul Sabatier, Toulouse,
DR IFREMER, Brest,
DR CNRS, Paris,
DR CNRS, Grenoble,
DR IRD, Toulouse
DR CNRS, Toulouse

Président
Rapporteur
Rapporteur
Rapporteur
Examineur
Examineur

PREAMBULE et REMERCIEMENTS :

Cela fait quelque temps qu'un tel mémoire pour l'obtention d'une Habilitation à Diriger des Recherches est en gestation, et il m'aura fallu un sérieux « coup de pouce » pour me convaincre de prendre enfin le temps de le rédiger. Je remercie donc vivement Yves du Penhoat, directeur du LEGOS et néanmoins océanographe, et Nicholas Hall, professeur à l'UPS et néanmoins également océanographe au LEGOS, de m'y avoir encouragé avec conviction. Je me suis aussi décidé en souhaitant que, en dehors du contexte purement administratif et universitaire, un tel document puisse servir à des étudiants comme une revue de travaux effectués sur l'Atlantique tropical, où ils pourraient éventuellement trouver sources de motivation pour se lancer dans l'aventure de l'océanographie « de terrain » !

Il m'est en effet difficile de concevoir les sciences de l'océan sans aller y chercher sur place quelques moments de recul et d'inspirations, en plus de mesures précieuses auxquelles sans doute les satellites ou sondes autonomes ne pourront jamais accéder (en tous cas pas avant pas mal de temps...), sans parler de l'extraordinaire expérience humaine partagée avec d'autres collègues de divers horizons, source d'un formidable enrichissement, d'échanges et de souvenirs inoubliables. Prélever des eaux profondes et de 0°C en pleine région équatoriale, sentir les alizés et les grains tropicaux, observer l'agitation des eaux de surface dans les zones de front, guetter le bon positionnement de bouées ancrées ou de mouillages lors de leurs déploiements, traverser (ou faire traverser !...) la ligne équatoriale, partager des quarts pendant des jours et des nuits, sans parler de la chance de pouvoir admirer parfois quelques cétacés (ou déguster quelques thonidés !) resteront des aventures hors du commun...

Pour cela, je souhaite remercier ici toutes celles et tous ceux (pardon à ceux que j'aurais pu oublier dans cette longue liste plus ou moins chronologique !) avec qui j'ai appris, travaillé, partagé, discuté, collaboré, échangé, élaboré, été soutenu, et aussi eu l'opportunité de « partir en mer » ou d'entrer à l'ORSTOM... et aussi qui, à des degrés divers, ont contribué d'une façon ou d'une autre à l'écriture de ce mémoire. Merci donc à :

Christine Provost, Sabine Arnault, Jacques Merle, Gilles Reverdin, Olivier Tallagrand, Michel Crépon, Christian Colin, Rémy Chuchla, Jean-Michel Boré, Alain Morlière, Philippe Hisard, Christian Hénin, Bob Molinari, Elizabeth Johns, Bill Johns, Peter Vertes, Kevin Leaman, Jacques Verron, Nicolas Metzl, Annie Kartavtseff, Yves Gouriou, Chantal Andrié, Fritz Schott, Jean-François Ternon, Claude Oudot, Alain Dessier, Jean-Paul Rebert, Jean-René Donguy, Monika Rhein, Lothar Stramma, Michel Arhan, Herlé Mercier, André Billant, Pierre Brannelec, François Baurand, Denis Diverres, Gérard Eldin, Elizabeth Braga de Santis, Jacques Servain, Jacques Grelet, Francis Gallois, Frédéric Marin, Yves DuPenhoat, Pierre Soler, Guy Caniaux, Lien Hua, Anne-Marie Tréguier, Annick Vangriesheim, Fabienne Gaillard, Fabrice Roubaud, Claudie Marec, Mike McPhaden, Mike Johnson, Jacques Boulègue, Janice Trotte, Paulo Nobre, Rick Lumpkin, Peter Brandt, Marcus Dengler, Christian Le Provost, Martin Visbeck, Wilco Hazeleger, Paulo Nobre, Angora Aman, Georges Kouadio, Mathieu Rouault, Moacyr Araujo, Amadou Gaye, Bamol Ali Sow, Awa Niang, Jean-Luc Redelsperger, Thierry Lebel, Serge Janicot, Arona Diedhiou, Cheikh Kane, Hervé Giordani, Erika Key, Ajit Subramaniam, Roger Djiman, Regina Folorunsho, Ayaa Armah, Nick Hall, Norbert Hounkonnou, Ezinvi Baloitcha...

et bien entendu merci à tous les commandants, officiers, mécaniciens, boscos, membres d'équipages, des divers navires sur lesquels j'ai eu la chance de naviguer et avec qui j'ai pu apprécier et partager le monde de la vie en mer...

A tous, ce document est dédié, mais aussi aux étudiants que j'ai pu encadrer, et enfin bien sûr à mes vieux parents, mes frères et sœurs et conjoints, leurs descendances, et surtout à mon épouse Noulki, ma fille Lucie, mes enfants de cœur Léa et Gilles, qui parfois, voire souvent, doivent supporter quelques absences et les aléas de ma carrière...

RESUME

C'est dans les années 1980 que l'importance de l'Atlantique Tropical sur le climat des régions avoisinantes a été clairement mise en évidence, notamment grâce à l'expérience FOCAL-SEQUAL. Celle-ci a également permis d'observer des tourbillons et des ondes océaniques influant sur la circulation et les transports de chaleur de petite et moyenne échelles spatio-temporelles. Avec le programme WOCE des années 1990 et les mesures effectuées de la surface au fond de l'océan, le rôle de l'Atlantique Tropical sur la circulation thermohaline de grande échelle a pu également être identifié.

Dans ce mémoire, je vais décrire mes différentes contributions aux observations et aux analyses portant sur toutes les dimensions de ce bassin Atlantique Tropical, de la surface au fond, et de l'Ouest vers l'Est et le Golfe de Guinée.

Ces travaux m'ont amené à initier et à coordonner des programmes de recherche et de formation universitaire, qui seront également évoqués.

Je conclurai par des perspectives de recherche spécifiques à la région Est du bassin, et d'observations, tant en terme de campagnes de mesures que de réseaux.

I. INTRODUCTION :

Un tel mémoire, semble-t-il, doit d'abord consister en une synthèse scientifique, et sa première partie est donc dédiée à une présentation de résultats scientifiques auxquels j'ai contribué. J'ai essayé d'y mettre en exergue ma propre contribution même si les résultats présentés sont la plupart du temps issus d'un travail collectif. Depuis quelques années, mes activités ont également été dédiées à d'autres actions à mon sens tout aussi importantes voire tout aussi prioritaires dans le cadre de la carrière d'un chercheur, à savoir à la coordination de programmes scientifiques et au transfert des connaissances. Ces aspects sont donc développés dans les seconde et troisième parties avant de proposer quelques perspectives.

Pour mieux situer une synthèse de mes travaux, il me semble nécessaire de faire au préalable un petit rappel historique de ma carrière. Mes travaux ont commencé à l'Université PARIS VI (1986-1990) au sein du laboratoire LODYC (désormais LOCEAN), en 1985 dans le cadre d'un stage de DEA sous la direction de Christine Provost (CNRS) puis de 1986 à 1990 dans le cadre de ma thèse d'université sous la direction de Jacques Merle (ORSTOM), Christine Provost, et avec le précieux soutien de Sabine Arnault (ORSTOM). Début 1990, j'ai été recruté à l'ORSTOM pour travailler à Cayenne (Guyane Française) dans le cadre du programme NOE (Atlantique Nord Ouest Equatorial) initié en 1989 par Christian Colin (ORSTOM). Pendant mes premières années à Cayenne, d'autres collègues de l'ORSTOM-Brest et Paris (Claude Oudot, Yves Gouriou, Chantal Andrié, Sabine Arnault...) s'impliquaient dans le programme CITHER (Circulation **THER**mohaline) en collaboration avec d'autres collègues de l'IFREMER-Brest (Michel Arhan, Herlé Mercier). Je me suis alors engagé à participer à ce programme jusqu'à son terme, qui visait à décrire la composante stationnaire de la circulation dans le bassin Atlantique Sud (description quantitative de la circulation globale). En 1994, j'ai effectué un séjour d'un an aux USA (Miami), invité par Robert L. Molinari (NOAA/AOML) dans le cadre de STACS-WESTRAX (SubTropical Atlantic Climate Studies / **W**estern **T**Rropical Atlantic **E**Xperiment), le programme STACS ayant été initié par Robert L. Molinari, le groupe WESTRAX ayant été créé en février 1990 à Miami par notamment Robert L. Molinari, William B. Johns (RSMAS/Université de Miami), Fritz Schott (IFM de Kiel/Allemagne), et Christian Colin, afin de regrouper les efforts et les moyens d'observation pour l'étude des processus dynamiques et des transports de masse et de chaleur dans l'Atlantique Tropical Ouest. De 1995 à 1997 je suis de nouveau affecté à Cayenne dans l'équipe du programme ETAMBOT (Etude du Transport Atlantique Méridien dans le **B**assin **O**uest équa**T**orial), initié par Claude Oudot, Yves Gouriou et Chantal Andrié (ORSTOM), et qui consistait à étudier la circulation dans le bassin Ouest de l'océan Atlantique tropical. Ensuite, toute l'équipe de Cayenne a dû rentrer en métropole. En juin 1997 je choisis donc de continuer à travailler avec collègues de l'ORSTOM-Brest et m'installe au Centre ORSTOM de Bretagne (Brest) afin de finaliser les travaux engagés en collaboration avec les collègues de l'IFREMER et de l'Université de Bretagne. En affectation à Brest de 1997 à 2007, je me suis d'abord impliqué dans le programme EQUALANT (**E**QUatorial at**L**ANTique), initié par Chantal Andrié, Yves Gouriou, Sabine Arnault et al., avant de m'engager dans le programme international PIRATA (**P**ilot **R**esearch moored **A**rray in the **T**ropical Atlantic) initié en France par Jacques Servain (IRD/Brest). Je me suis également engagé dans le programme opérationnel d'observations CORIOLIS (IFREMER, IRD, SHOM, CNRS, IPEV) et, à la même période, ai initié le programme EGEE (Etude de la circulation océanique et du climat dans le **G**olfe de Guinée), devenu le volet océanographique du programme international AMMA (Analyse **M**ultidisciplinaire de la **M**ousson **A**fricaine) initié par la France (CNRS, Météo-France, IRD). A l'issue des campagnes d'observation d'EGEE/AMMA en 2007, j'ai initié le programme PROPAO

(Programme Régional d'Océanographie Physique en Afrique de l'Ouest), dans le cadre duquel j'ai mis en place en 2008 un Master 2 Régional d'Océanographie Physique et Applications (MROPA) à l'Université d'Abomey-Calavi, à Cotonou au Bénin.

Ainsi, mes recherches ont toujours porté sur l'océan Atlantique tropical et équatorial (excepté lors de mon stage de DEA en 1985, où j'ai travaillé sur une région de l'Atlantique Nord ; Provost et al., 1987 ; *NOTE : les références soulignées dans l'ensemble du document indiquent celles auxquelles j'ai contribué en tant que co-auteur, et qui sont listées dans l'annexe 1*). Cependant, en fonction d'une part des priorités des grands programmes internationaux dans lesquels mes actions se sont toujours inscrites (WOCE : **W**orld **O**cean **C**limate **E**xperiment, puis CLIVAR : **CL**imate **V**ARIability and predictability), et d'autre part de l'évolution des questionnements scientifiques, mes recherches ont porté tant sur le bassin Atlantique tropical vu dans son intégralité que sur les régions ouest et est du bassin plus spécifiquement, et sur l'ensemble de la colonne d'eau (des couches superficielles à profondes). J'ai ainsi pu acquérir une certaine expertise sur la circulation océanique et sa variabilité en Atlantique Tropical, que je tente d'utiliser au mieux pour coordonner désormais des programmes de dimensions régionale et internationale et transmettre ces connaissances à des étudiants (via l'encadrement de stagiaires ou de thésards et l'enseignement au sein de Masters 2) et au public (via des actions de vulgarisation et de conférences).

Le but n'est pas ici de faire un compte-rendu détaillé des différentes études auxquelles j'ai participé. Mais il est d'abord l'occasion de faire une synthèse, non exhaustive certes mais au vu de mes connaissances, de certaines études portant sur la circulation et de sa variabilité dans l'Atlantique tropical, d'ouest en est et de la surface au fond, auxquelles j'ai pu contribuer. J'ai ainsi participé activement à la description de la circulation complexe de bord ouest, à celle des masses d'eau et de la circulation sur l'ensemble du bassin, puis à la circulation des couches supérieures dans l'est du bassin et le Golfe de Guinée, objets du chapitre II de ce mémoire (*Je tiens à préciser ici qu'une grande partie des articles partiellement décrits dans ce chapitre constitue le résultat de travaux réalisés au sein d'une équipe de chercheurs et d'ingénieurs, et principalement avec Yves Gouriou, Chantal Andrié, Sabine Arnault, Claude Oudot, Frédéric Marin, Rémy Chuchla, Jacques Grelet -j'en oublie mais les autres se retrouveront dans la première liste des remerciements !...- qui a pendant plusieurs années partagé i) les multiples travaux de terrain lors des campagnes océanographiques (CITHER, ETAMBOT, EQUALANT, PIRATA), ii) les travaux de traitement et de validation des données et iii) leur analyse scientifique cloturée par ces publications...*). Dans le chapitre III sont présentées mes contributions à la coordination de programmes nationaux et internationaux, et le chapitre IV est dédié à mes contributions à la formation et au transfert des connaissances. Quelques perspectives sont envisagées dans le chapitre V et la synthèse de mes travaux est résumée dans les différentes parties listées en annexe 1. La liste des sigles est fournie en annexe 2.

II. ANALYSES ET RESULTATS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES

L'océan Atlantique a, pour des raisons historiques, longtemps été le plus étudié de tous les océans. En effet, en raison du commerce maritime à partir de l'Europe dès le XVI^{ème} siècle, les marins connaissaient plus ou moins les grands courants ou le régime des vents qui leur étaient favorables pour optimiser leurs périples entre l'Europe, l'Afrique et l'Amérique. Les premières observations des vents et des courants avaient donc des objectifs commerciaux puis à partir du début du XX^{ème} siècle, militaires. Notons toutefois quelques motivations purement scientifiques et exploratoires à partir de la fin du XIX^{ème} siècle, notamment avec la campagne du Challenger de 1872 à 1876... Pour tous les détails sur l'histoire de l'océanographie et notamment concernant l'Atlantique tropical et équatorial, j'invite le lecteur à lire les passionnants ouvrages suivants : Hisard, P., « Mise en évidence du contre-courant équatorial dans les océans Pacifique et Atlantique au cours de la première moitié du XIX^{ème} siècle », *Océanis*, 19 :1-56, 1993 ; Merle, J., « Océan et Climat », 222pp, *IRD Editions*, 2006.

Au début de ma carrière au milieu des années 1980, nous étions à l'issue de l'expérience franco-étatsunienne FOCAL/SEQUAL (**F**rançais **O**céan **C**limat **A**tlantique **é**quatoria**L**, **S**easonal **E**quatorial Atlantic experiment), qui visait notamment, i) via plusieurs campagnes océanographiques à travers l'ensemble du bassin Atlantique équatorial organisées de 1982 à 1984, à observer les variations saisonnières du champ de densité et des courants de surface, ii) via des mouillages profonds, à analyser les variations du système équatorial à toutes les fréquences, iii) via la mise en place d'un réseau de marégraphes et d'échosondeurs inversés, à suivre l'évolution de la topographe dynamique de la surface océanique, iv) via des navires de commerce et des satellites, à déterminer les champs de vent et leurs variations, et enfin v) à mettre en place des modèles numériques pour reproduire la réponse de l'océan à l'action du vent. Ce programme a eu la chance d'observer un événement climatique chaud inattendu en 1984, qui a permis de mettre en évidence une variabilité interannuelle relativement similaire à celle qui affecte l'océan Pacifique tropical avec le phénomène ENSO (**E**l Niño **S**outhern **O**scillation). Un nouvel intérêt se portait dans la communauté scientifique pour l'océan Atlantique tropical, et l'importance de l'influence des variations des conditions océaniques sur le climat des régions environnantes (Nord-est de l'Amérique du Sud, Sud-est de l'Amérique du Nord, bassin caribéen, Afrique de l'Ouest) devenait une motivation supplémentaire pour développer des programmes dédiés à cet océan. C'est donc dans ce contexte, au début du développement des modèles numériques et des observations satellitales (altimètres notamment), que mes travaux d'océanographe ont débuté...

II.a : Les modèles numériques confrontés aux données en Atlantique Tropical

C'est au début des années 1980 que les premiers modèles numériques aux équations primitives ont été développés, notamment dans l'équipe de George Philander (Philander and Pacanowski, 1984, 1986) permettant une description réaliste de la distribution et de leur variabilité spatio-temporelle des courants et de la température des océans tropicaux. Cependant, au vu de l'imprécision des forçages atmosphériques utilisés (vent notamment) et des conditions initiales imposées aux modèles, les simulations des modèles océaniques restaient trop imprécises pour envisager de les coupler aux modèles atmosphériques dans un but prévisionnel. En effet, sans négliger l'espoir que représentait alors l'apport des données satellitaires (altimétrie, température de surface...), le nombre de mesures restait trop faible et trop irrégulièrement réparties dans l'espace et dans le temps pour pouvoir fournir des conditions initiales suffisamment précises pour les modèles océaniques. Il était donc nécessaire d'utiliser des processus d'analyse et d'assimilation de données lors des simulations,

comme cela était réalisé depuis longtemps avec les modèles atmosphériques, pour l'initialisation des modèles océaniques et la correction des champs fournis lors des simulations. Au préalable, il fallait donc étudier l'impact de tels processus sur des modèles océaniques simples et intégrer au mieux dans ces processus les données satellitaires très récentes et seules à couvrir l'ensemble des bassins de manière quasi-synoptique (Miller et al., 1986).

Lors de ma thèse d'université, j'ai donc été un des premiers privilégiés à pouvoir travailler sur des expériences d'assimilation de données dans un modèle linéaire de l'Atlantique Tropical (Delécluse et al., 1984), afin d'évaluer les conséquences d'assimiler des données issues de mesures altimétriques dans un tel modèle. Ce genre d'expérience était réellement novateur, et consistait à vérifier si l'on pouvait, comme dans les modèles atmosphériques, contraindre les modèles numériques de circulation océanique en leur imposant des informations dynamiques obtenues à partir de mesures altimétriques sans trop de problèmes... Mon travail a donc consisté à mettre en œuvre une technique d'assimilation de données de hauteur dynamique dans un modèle linéaire à trois modes verticaux de l'océan Atlantique Tropical (Arnault, 1984), ce type de modèle permettant de raisonnablement reproduire l'évolution saisonnière des champs de hauteur dynamique (DuPenhoat et Tréguier, 1985), afin d'en analyser l'impact sur les simulations. L'assimilation de hauteurs dynamiques était une première étape nécessaire avant de pouvoir assimiler des données déduites des mesures altimétriques du satellite GEOSAT, qui permettent d'accéder aux anomalies de la hauteur du niveau de la mer pouvant, en première approximation, être comparée à celles de la hauteur dynamique. Il a été pour cela nécessaire de mettre au point une procédure de "projection" de l'information contenue dans les mesures sur les trois premiers modes verticaux du modèle, qui reproduisent 95% du signal saisonnier (DuPenhoat et Tréguier, 1985) fourni par les 9 premiers modes, et ce via l'utilisation d'une méthode inspirée des méthodes « inverses » (Provost et Salmon, 1986). Les tests d'assimilation reposaient sur la technique du "nudging", à savoir une introduction progressive des mesures à intervalles de temps réguliers. Ces travaux ont notamment permis de montrer que, en dépit d'une conservation relativement correcte des énergies potentielle et cinétique du modèle, les assimilations provoquaient l'excitation d'ondes équatoriales de Kelvin et de Rossby qui, au lieu d'améliorer les simulations, les détérioraient quelques temps après les assimilations, et ce notamment dans l'est du bassin où les ondes de Kelvin équatoriales générées se réfléchissent en ondes de Rossby équatoriales et en ondes de Kelvin côtières.

Depuis, bien des progrès ont été apportés aux simulations numériques principalement grâce i) aux extraordinaires progrès de l'informatique, permettant maintenant de faire tourner des modèles numériques de hautes résolutions spatio-temporelles et tenant compte de nombreux processus, ii) à ceux des techniques d'assimilation (méthodes adjointes notamment). Cependant, il est intéressant de noter que la plupart des problèmes rencontrés dans les modèles, océaniques ou couplés, se rencontrent la plupart du temps dans l'Est du bassin en été boréal et à la côte africaine, là où se font « sentir » les effets des ondes de Kelvin générées dans la bande équatoriale, en partie en raison de biais dans les vents dans l'ouest et le centre du bassin au printemps (e.g. Davey et al. 2002 ; Richter and Xie, 2008).

Ce furent là les seules années pendant lesquelles j'étais directement confronté à de la modélisation numérique, avant de m'impliquer plus directement dans les observations. Ces travaux ont donné lieu à la publication de deux articles dans des revues de rang A publiés en 1992 (Bourlès et al., 1992a, 1992b).

II.b : Les années « WOCE » ; l'Atlantique Tropical dans toutes ses dimensions

1) Le Bord Ouest :

Les programmes NOE, STACS puis ETAMBOT concernaient l'étude des transports de masse et de chaleur dans l'Atlantique Nord Ouest Equatorial, notamment au large de la Guyane Française (Figure II.1). En effet, l'océan Atlantique contribue pour une grande part au budget de chaleur de l'hémisphère Nord et l'océan Atlantique Tropical joue un rôle clé dans les transferts méridiens de chaleur. Dans cet océan, le flux de chaleur annuel moyen méridien est dirigé vers le Nord dans les deux hémisphères et, pour des raisons dynamiques et géographiques (rétrécissement du bassin à l'équateur), ce flux est maximal dans les tropiques et, conséquence de la rotation de la terre, essentiellement concentré dans la partie occidentale du bassin. Il était donc primordial d'évaluer les échanges inter-hémisphériques de masse et de chaleur et leurs variations saisonnières et interannuelles dans ces régions, ce qui était un des thèmes spécifiques du programme international WOCE. Pour se faire, il était nécessaire d'acquérir des mesures in situ de la surface au fond de l'océan.

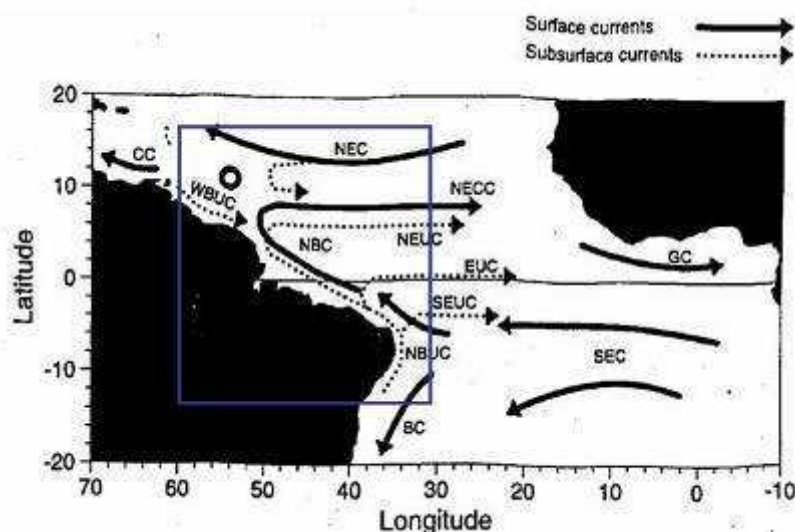


Figure II.1 : Carte représentant les principaux courants de surface et subsurface dans l'Atlantique Tropical (d'après Boulès et al., 1999a). Courants de surface (flèches avec traits pleins) : Courant Equatorial Nord (NEC) ; Courant des Caraïbes (CC) ; Contre Courant Equatorial Nord (NECC) ; Courant Nord Brésilien (NBC) ; Courant de Guinée (CG) ; Courant Equatorial Sud (SEC) ; Courant du Brésil (BC). Courants de subsurface (flèches avec traits tiretés) : Sous Courant de Bord ouest (WBUC) ; Sous Courant Equatorial Nord (NEUC) ; Sous Courant Equatorial (EUC) ; Sous Courant Equatorial Sud (SEUC) ; Sous Courant Nord Brésilien (NBUC). La zone d'étude décrite dans ce chapitre est encadrée.

- Les courants de bord ouest de la surface au fond :

L'analyse des données hydrologiques et courantométriques récoltées pendant les campagnes océanographiques NOE, les données courantométriques des mouillages mis en place dans le cadre de NOE et les données Pégasus des campagnes NOE/STACS au large de la Guyane Française, ont permis des avancées conséquentes dans la description et l'analyse de la circulation dans cette région particulière. Après avoir contribué à traiter et valider l'ensemble de ces données (voir liste des rapports de données, en Annexe 1), les mesures courantométriques obtenues avec le profileur Pégasus (Figure II.2) ont été utilisées afin d'estimer les transports de masse et leur variabilité spatio-temporelle à travers la section située en face de Cayenne. Ces travaux ont notamment permis de mettre en évidence

l'existence et la variabilité du Courant Profond de Bord Ouest (CPBO) très intense et collé au plateau continental (des vitesses supérieures à 90cm/s ont été mesurées vers 2000m de profondeur en septembre 1989 !), transportant vers le Sud les Eaux Profondes Nord Atlantique (EPNA), et ce avec deux noyaux de vitesse associés aux deux masses d'eaux constituant les EPNA (originaires de la mer de Norvège et du Labrador). Ces mesures ont donc montré la continuation vers le sud, et collé au talus continental, du CBPO déjà mis en évidence à 26,5°N et 13°N par Fine et Molinari (1988).

Ces mesures, ainsi que celles d'un mouillage courantométrique déployé près de la station Pegasus NC4 d'avril 1990 à novembre 1991, ont permis de décrire la structure verticale particulièrement complexe des courants sur toute la colonne d'eau, ainsi que la rétroflexion dans les couches supérieures du Courant Nord Brésilien (CNB) au large de la Guyane, donnant naissance à des tourbillons de méso-échelle se déplaçant ensuite vers le Nord-Ouest. Ce processus complexe, alors mis en évidence seulement récemment par les collègues du RSMAS de Miami à partir d'observations satellitaires (Johns et al., 1990), et associé à des fluctuations de périodes 50-70 jours, a ensuite été l'objet de plusieurs études au sein de la communauté scientifique STACS/WESTRAX puis ensuite pendant les programmes CITHER et ETAMBOT. Elles ont également mis en évidence l'existence du Sous Courant de Bord Ouest (CPBO ou WBUC), appelé également Sous Courant de Guyane (Guiana UnderCurrent -GUC- ; Schott et al., 1993).

Ces études ont fait l'objet de deux articles parus en 1994 (Colin and Bourlès, 1994 ; Colin et al., 1994).

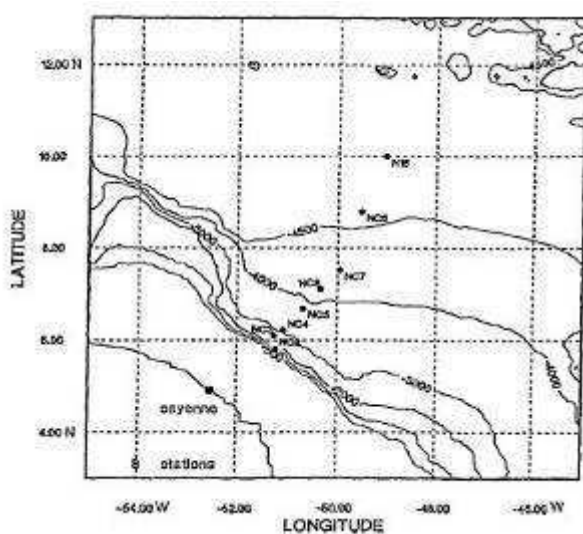


Figure II.2 : Carte représentant la position des profils courantométriques effectués avec un Pegasus au large de la Guyane Française (notées NC1 à NC8 et NC15) pendant 5 campagnes STACS réalisées de 1989 à 1991.

- La zone de rétroflexion du Courant Nord Brésilien (CNB):

Lors d'un séjour d'un an au laboratoire AOML de la NOAA/Miami (juillet 1994 - août 1995), j'ai analysé en détail des données hydrologiques et courantométriques récoltées lors des campagnes STACS, NOE et WESTRAX. Mes travaux ont concerné deux études spécifiques et distinctes, l'une portant sur la description synoptique de la circulation, des masses d'eau et des transports associés dans la couche supérieure (0-300 m) de l'Atlantique Ouest Equatorial, l'autre sur la description et l'analyse des courants de surface et des lentilles d'eaux dessalées d'origine amazonienne dans la même région. Ces études ont reposé sur l'exploitation des mesures hydrologiques (pression, température, salinité et oxygène) et courantométriques (S-ADCP et profileur Pegasus) effectuées pendant 16 campagnes de

septembre 1987 à septembre 1991. J'ai d'abord dû valider l'ensemble des données STACS qui n'avaient pour la plupart jamais été exploitées...

En ayant utilisé les 6 campagnes pour lesquelles des mesures de courant (S-ADCP) étaient disponibles, et ayant distingué les couches supérieures selon deux couches isopycnales représentatives des masses d'eau présentes dans la zone (eaux subtropicales nord et sud Atlantique, et eau en provenance du bassin est tropical), les principaux résultats de ces analyses, synthétisés dans un article (Bourlès et al., 1999a, *Note : La figure 1 de cet article résumant la circulation superficielle et subsuperficielle dans la région Nord-Ouest Equatoriale Atlantique a été reprise dans l'ouvrage finalisant les « années WOCE » : Ocean Circulation and Climate, Academic Press, G.Siedler, J.Church & J.Gould Editors, P.229 dans l'article « The Tropical Ocean Circulation » de Godfrey et al., 2001. C'est cette figure qui est présentée en Figure II.1*), ont notamment montré que :

- La rétroflexion du CNB est présente sur une grande partie de l'année, sauf peut-être au printemps, période pour laquelle aucune donnée n'était alors disponible. Le Contre Courant Equatorial Nord (CCEN) est alimenté non seulement par des eaux d'origine Sud Atlantique mais aussi par les eaux du Courant Equatorial Nord (CEN), via une recirculation vers le Sud-Ouest d'une partie de ce courant au large de la Guyane, en surface ainsi qu'en sub-surface au sein d'un courant collé à la côte découvert récemment, le Sous Courant de Bord Ouest (Colin et al., 1994).
- La région de la rétroflexion du CNB est affectée d'une variabilité spatio-temporelle intense, qui se manifeste notamment par la formation de tourbillons anticycloniques se détachant de la rétroflexion et entraînant vers le Nord des eaux d'origine Sud-Atlantique, jouant ainsi un rôle important dans les échanges inter-hémisphériques de masse et de chaleur. Ces tourbillons semblent se former à partir des couches situées sous la thermocline et être responsables de la distribution spatiale très variable du CCEN et du Sous-Courant Equatorial Nord (SCEN), qui apparaissent parfois superposés à 44°W (Figure II.3).
- La distribution des masses d'eau, ainsi que celle des eaux dessalées de surface d'origine amazonienne, indiquent clairement que le courant de Guyane (portant vers les Caraïbes) est principalement alimenté par les eaux du CEN pendant la rétroflexion du CNB.

En parallèle à la finalisation de l'étude précédente, et lors de ma seconde affectation au Centre IRD de Cayenne, j'ai également analysé les données récentes (hydrologiques et courantométriques -VM-ADCP et L-ADCP-) de 4 campagnes WOCE, à savoir CITHER 1 (janvier-mars 1993), CITHER 2 (janvier-mars 1994), ETAMBOT 1 (septembre-octobre 1995) et ETAMBOT 2 (avril-mai 1996) disponibles sur le bord ouest mais sur une région plus vaste, pour mieux décrire le système très complexe des courants zonaux équatoriaux des couches supérieures au bord ouest et notamment analyser l'alimentation des CNB, CEN, et du Sous Courant Equatorial (SCE) par les eaux subtropicales. L'article issu de cette analyse (Bourlès et al., 1999b) a permis notamment de montrer :

- la continuité partielle du CNB vers le nord-ouest le long des côtes sud-américaines au printemps boréal, ce qui n'avait pas encore été prouvé à partir de mesures in situ (Figure II.4);
- la persistance du CCEN au printemps boréal, alimenté uniquement alors par des eaux d'origine Nord-Atlantique ;
- l'alimentation partielle du Sous Courant Equatorial Nord (SCEN) par une recirculation du CEN à l'est de la zone de rétroflexion du CNB.

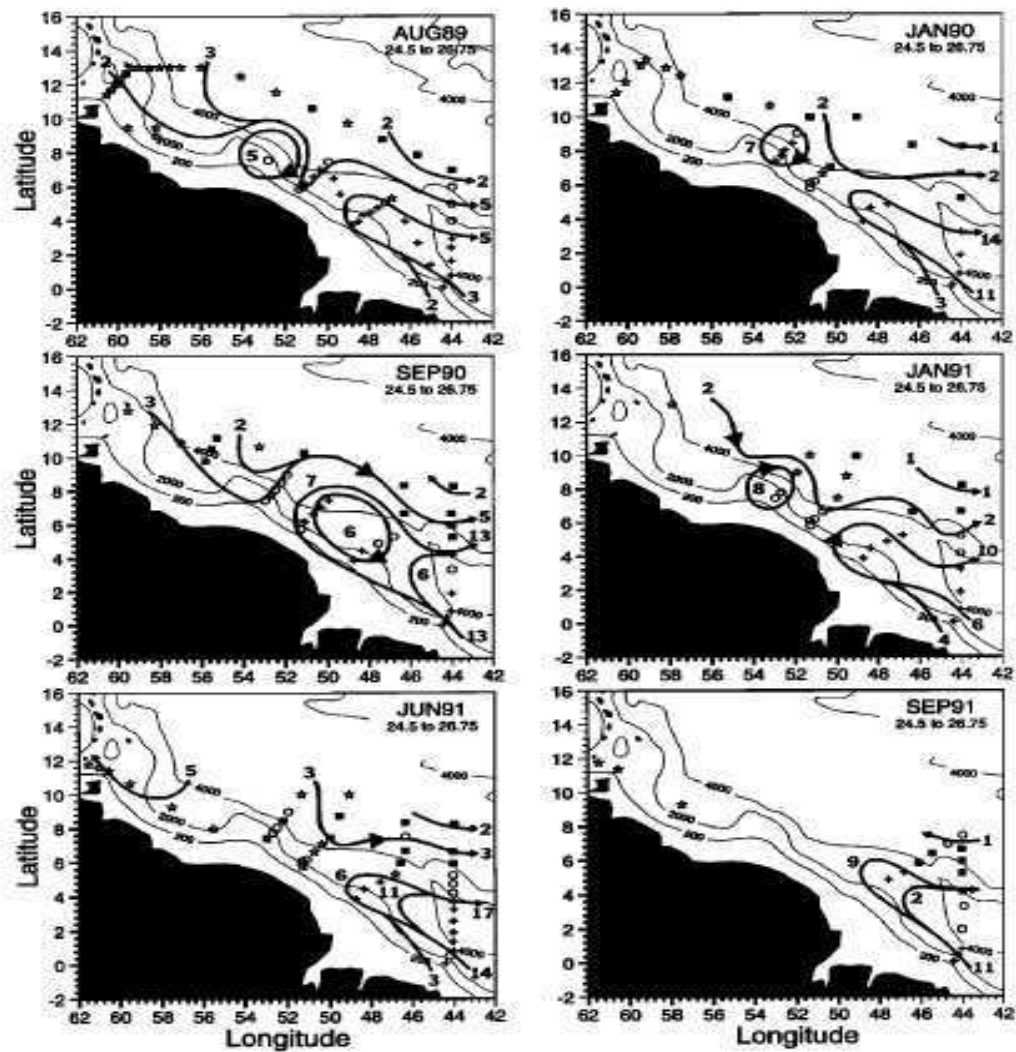


Figure II.3 : Carte schématisant la circulation au sein de la couche isopycnale 24,5-26,75 pendant 6 campagnes, et indiquant les transports associés (en Sverdrup = $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$). Les symboles représentent la position des stations hydrologiques et les principales masses d'eau rencontrées en ces points (étoiles=eaux subtropicales nord atlantique –NASW- ; croix= eaux subtropicales sud atlantique –SASW- ; carrés=eaux en provenance de l'Atlantique tropical 'est –ETAW- ; cercles= mélanges entre SASW et ETAW). (Figure 11 de l'article Bourlès et al., 1999a).

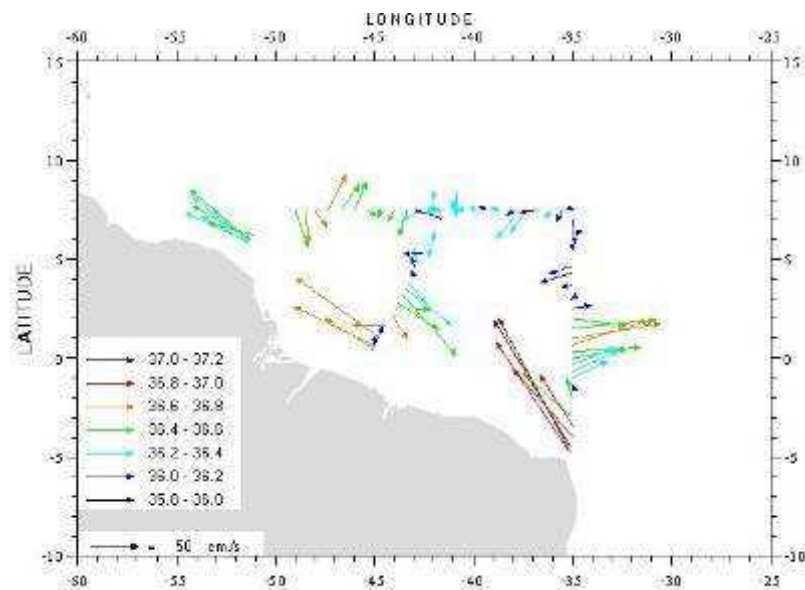


Figure II.4 : Carte représentant les vecteurs du courant horizontal mesuré par S-ADCP et la salinité le long de l'isopycne 24.5 en avril 1996 pendant la campagne ETAMBOT 2. (Plate 1.a de l'article Bourlès et al., 1999b).

- L'altimétrie et les courants de surface:

L'apport de l'altimétrie satellitale, fournissant des mesures du niveau de la mer sur l'ensemble des océans et à intervalle régulier sur une même zone, a grandement contribué à améliorer la description de la circulation des couches supérieures océaniques, notamment dans l'Atlantique Tropical (eg, Ménard, 1988 ; Arnault et al., 1990). Les mesures in situ de courants des campagnes CITHER et ETAMBOT ont ainsi été utilisées pour valider les courants des couches de surface déduits des mesures altimétriques TOPEX-POSEIDON, dont la répétitivité étaient de 10 jours avec une distance inter-traces de 350 km dans la bande équatoriale. Cette validation a permis l'analyse de la circulation des couches de surface dans l'Atlantique Nord Ouest Tropical entre 1992 et 1997 et de la variabilité de cette circulation aux échelles intra-saisonnières à interannuelles, notamment au niveau du CCEN. Cette analyse a mis en évidence (Arnault et al., 1999):

- un pic de variabilité intrasaisonnière à 62 jours des courants de surface vers 5°N. Cette variabilité intrasaisonnière est associée à des structures propagatives caractéristiques du 1^{er} mode barocline d'ondes de Rossby.
- un cycle annuel dominant, lié au cycle saisonnier du CCEN, mais aussi une forte variabilité inter-annuelle dans la partie nord de la zone d'étude. Ainsi, le transport vers l'est à travers la section 38°W, intégré de 3°N à 9°N, était 35% inférieur pendant les derniers mois de 1995 par rapport à 1994. Pendant les premiers mois de 1996, ce transport était intense vers l'ouest tandis qu'il était vers l'est en 1997...
- un transport méridien à travers 7°30N et entre 50°W et 35°W permanent vers le nord, maximum en hiver boréal et minimum au printemps.

- La salinité de surface, le maximum de salinité des eaux centrales et la barrière de sel :

L'article envisagé lors de mon séjour à Miami sur les eaux dessalées d'origine amazonienne, de leur évolution et de leur impact sur la circulation de surface, n'a malheureusement jamais pu être finalisé. J'avais cependant montré que la distribution des eaux dessalées d'origine amazonienne dans l'Atlantique nord-ouest tropical est fortement corrélée à la distribution des courants de surface. Elles se trouvent en grande quantité et entraînées loin vers l'Est en été-automne, lorsque la rétroflexion du CNB est la plus intense, et ne sont présentes que sous la forme de cellules isolées le long de la côte en hiver-printemps. Cependant, cette distribution est aussi à relier à la variabilité temporelle du débit de l'Amazone, maximum au printemps, et au régime des alizés à l'embouchure de l'Amazone. Ainsi, alors que le débit amazonien se renforce à partir de mars, les eaux dessalées sont bloquées à l'embouchure de l'Amazone par les vents ayant une composante orientée vers le Sud; ce processus explique en grande partie leur absence au large de la Guyane et dans l'Ouest du bassin pendant cette période. La distribution des eaux dessalées est également fortement affectée par les tourbillons anticycloniques issus de la rétroflexion du CNB.

Cependant, ce sujet a été repris en 1999 à Brest, lors d'un stage de DEA que j'ai encadré, en considérant dans l'étude les nouvelles mesures des campagnes CITHER 1, CITHER 2, ETAMBOT 1, ETAMBOT 2 et EQUALANT 1999. Cette étude (Pailler et al., 1999) a permis de mettre en évidence à partir de mesures in situ l'existence d'une barrière de sel dans l'Atlantique tropical Ouest, induite 1) par la présence en surface des eaux fortement dessalées en provenance du fleuve Amazone (Figure II.5), et 2) par la présence au niveau de la thermocline d'eaux subtropicales fortement salées d'origine Sud-Atlantique (Figure II.6). Nous avons également mis en évidence une sensible augmentation de la température de surface de l'océan (SST) au niveau des dessalures de surface, celles-ci pouvant donc avoir des conséquences sur les échanges océan-atmosphère, notamment en été-automne lorsque la zone

dessalée est la plus étendue dans l'Atlantique tropical suite au maximum de la décharge amazonienne en été (Figure II.7).

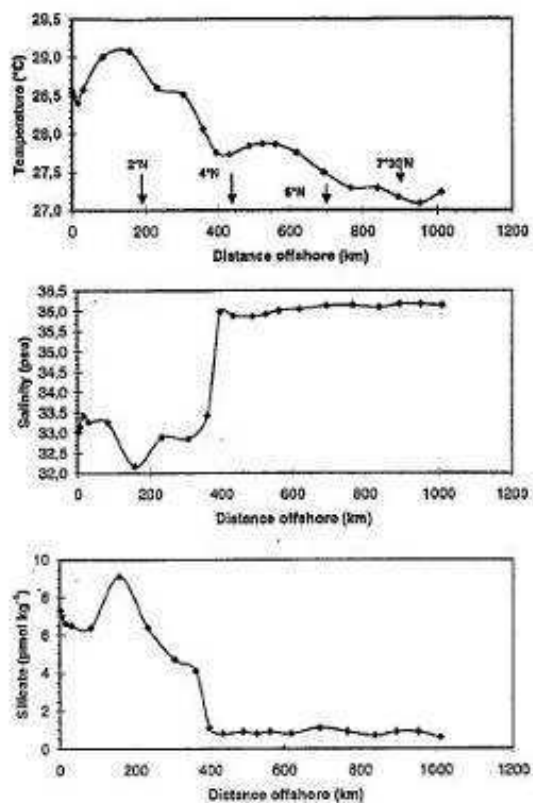


Figure II.5 : Température de surface (en haut), salinité de surface (au milieu) et concentration en silicate (en bas) mesurées de 0°N-45°W à 8°N-41°W au large de l'Amazonie en Mai 1996 pendant la campagne ETAMBOT 2. Les fortes concentrations en silicate montrent l'origine fluviale des eaux dessalées. (Figure 3 de l'article Pailler et al., 1999).

Figure II.6 : Section verticale de la salinité de surface mesurée de 0°N-45°W à 8°N-41°W au large de l'Amazonie en Mai 1996 pendant la campagne ETAMBOT 2. Les fortes concentrations vers 100m de profondeur sont liées à la présence d'eaux subtropicales de l'Atlantique sud (Figure 2 de l'article Pailler et al., 1999).

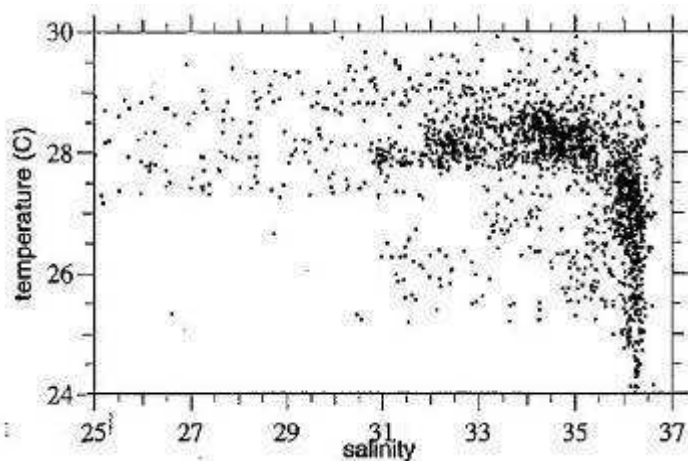
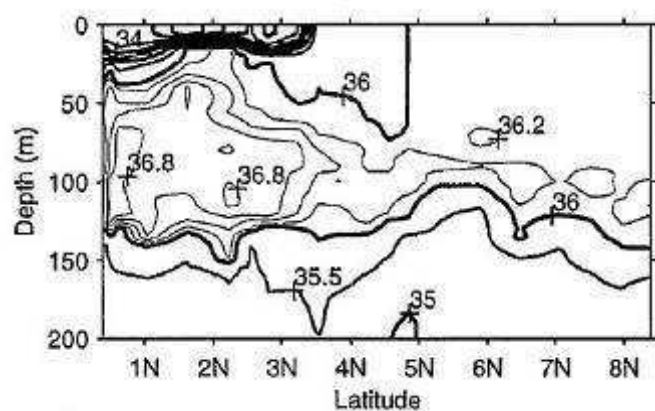


Figure II.7 : Diagramme Température-Salinité de surface obtenu à partir de 2635 profils CTD dans la zone 10°S-15°N / 60-30°W (Figure 6 de l'article Pailler et al., 1999).

J'ai été amené à continuer à travailler sur ce thème et sur cette même zone au-delà des « années WOCE », ce en encadrant un étudiant brésilien en thèse de l'université de Recife (Brésil) entre 2003 et 2006. Pendant cette thèse, l'utilisation conjointe i) de mesures in situ de 4 campagnes brésiliennes du programme REVIZEE, effectuées sur le plateau continental brésilien au large de l'Amazonie en mars-mai 1995, octobre-novembre 1997, mai-juin 1999 et juillet-août 2001 et ii) de résultats du modèle numérique CLIPPER (simulation ATL6-26, Michel et Tréguier, 2002), comparés préalablement avec les mesures in situ afin de procéder à une analyse étendue sur l'ensemble de la région et sur l'ensemble de la période concernée par les campagnes, a permis :

- d'illustrer la barrière de sel présente dans cette région et la formation saisonnière de celle-ci due à la forte décharge d'eaux douces de l'Amazonie au printemps et en été et à la présence en sub-surface d'eaux centrales fortement salées en provenance de l'Atlantique Sud (Figure II.8);
- de montrer, par l'absence de tout courant vers le Sud-Est au large du plateau amazonien, que le Sous Courant de Guyane (ou Sous Courant de Bord Ouest) ne continuait pas le long de la côte de l'Amérique du Sud jusqu'à l'équateur, et donc ne pouvait pas contribuer à alimenter directement le SCE (le devenir de ce courant au sud de la zone de rétroflexion n'était toujours pas clair en l'absence de toute mesure in situ bien localisée, Figure II.9);
- de montrer le renforcement du CNB en été boréal et de son extension, et donc d'un plus grand apport d'eaux centrales/subtropicales en provenance de l'Atlantique sud avec de fortes concentrations en salinité, pendant la période de rétroflexion de ce courant.

Ce travail a donné lieu à la parution de trois articles (Silva, et al., 2005a ; Silva et al., 2005b; Silva et al., 2009).

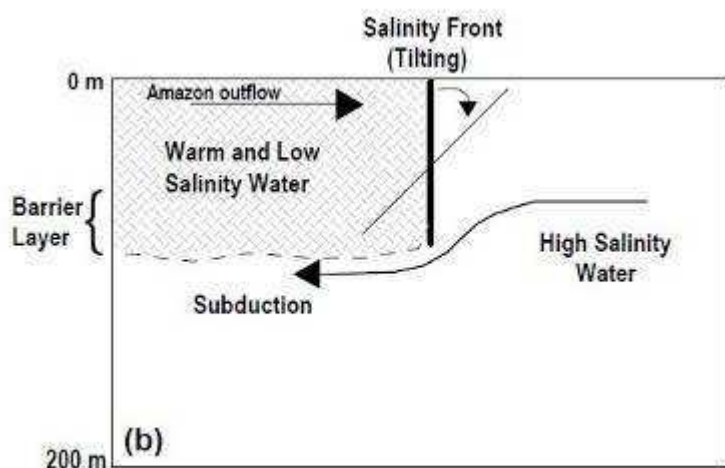
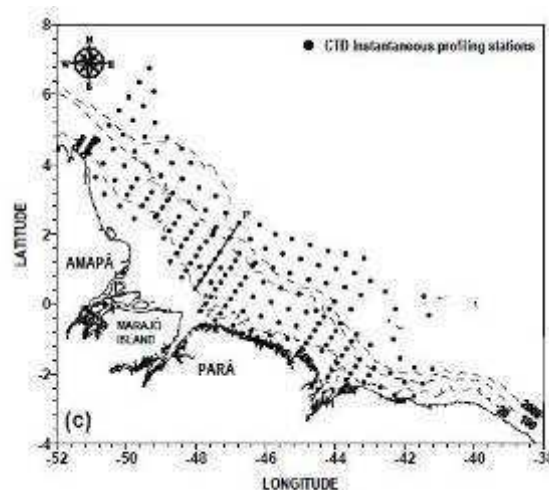


Figure II.8 : Schéma illustrant la formation de la barrière de sel au large de l'Amazonie en présence i) d'eau dessalée en surface originaire de la décharge du fleuve Amazone, et ii) d'eau très salée en subsurface originaire de l'Atlantique tropical sud en transportée par le Sous Courant Brésilien (NBUC). Ce processus de formation de la barrière de sel s'apparente à ce qui est observé dans le Pacifique Ouest (les eaux dessalées de surface y étant dues aux fortes précipitations -Vialard and Delecluse, 1998a,b ; Cronin and McPhaden, 2002). (Figure 10 de l'article Silva et al., 2005a).

Figure II.9 : Carte indiquant la position des profils hydrologiques effectués pendant les campagnes REVIZEE, sur et au large du plateau continental amazonien (Figure 1 de l'article Silva et al., 2005a).

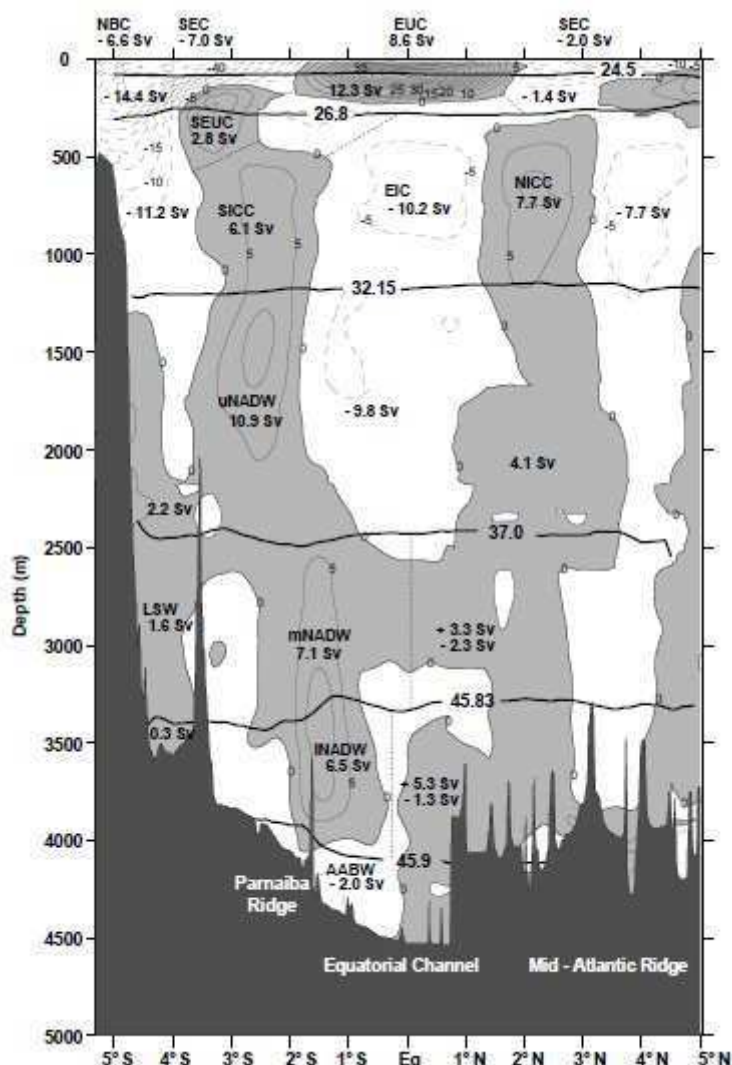


- Les courants zonaux à 35°W et la cellule tropicale :

Pour comprendre le système des courants zonaux équatoriaux, essentiellement alimentés dans la région ouest du bassin tropical, leur contribution à la circulation thermohaline de grande échelle et aux circulations inter-tropicales au niveau des eaux centrales, ainsi que leur variabilité, la réalisation multiple de la section méridienne située à 35°W, au nord de la pointe nord-est du Brésil (Natal), au cours de différents programmes (STACS/WESTRAX, CITHER, ETAMBOT, auxquelles j'ai contribué, ainsi que de plusieurs campagnes allemandes de l'IFM, soit 13 campagnes réalisées de 1991 à 2001) a permis d'envisager des analyses dédiées à cette section précise afin d'en obtenir une description « moyenne », grâce aux mesures hydrologiques et courantométriques effectuées de la surface au fond. Une synthèse des observations réalisées le long de cette longitude 35°W a ainsi été effectuée en collaboration et sous la direction des principaux initiateurs de STACS/WESTRAX et du groupe Tropical Atlantic Variability (TAV), à savoir Robert L. Molinari (NOAA/AOML) et Fritz Schott (IFM). Ces études ont notamment permis :

- à partir de la composante méridienne du courant, de sa divergence horizontale et de l'estimation de la vitesse verticale à partir de l'intégration sur la verticale de la divergence horizontale (en supposant un toit rigide en surface), de suggérer la présence d'une cellule tropicale entre l'équateur et 6°N, similaire à celle observée dans le Pacifique Ouest (Molinari et al., 2003). Ces résultats, encore incomplets, ont conforté l'idée de réaliser de façon répétitive des sections méridiennes transéquatoriales à différentes longitudes... ce qui, grâce au programme PIRATA, est désormais rendu possible (voir chapitre suivant) !
- à partir de la composante zonale du courant, la mise en évidence d'un courant moyen situé sous le SCE et portant vers l'Ouest, dénommé le Courant Equatorial Intermédiaire (Figure II.10 ; Schott, et al. 2003).

Figure II.10 : Section verticale, de la surface au fond, de la vitesse zonale du courant le long de la longitude 35°W, mettant notamment en évidence l'existence du Courant Equatorial Intermédiaire (EIC) à partir de mesures de courant de 13 campagnes océanographiques. (Figure 21 de l'article Schott et al., 2003).



- Le Courant Profond de Bord Ouest :

Lors des campagnes ETAMBOT, une équipe de l'ORSTOM utilisait pour la première fois la technique des courantomètres à effet Doppler profonds (L-ADCP), permettant l'obtention de profils de courant de la surface au fond de l'océan. L'exploitation de ces mesures a permis une analyse détaillée des Courants Profonds de Bord Ouest (CPBO), déjà observés à l'aide de mouillages courantométriques et de profileurs Pegasus pendant le programme NOE (voir précédemment). L'analyse conjointe des mesures de courant et des distributions des concentrations en sels nutritifs et en fréons, ou chlorofluorocarbones (CFC), obtenues le long des sections 35°W, et 7°30'N au sein du CPBO a été l'objet d'une analyse détaillée (Andrié et al., 1999 ; article publié après un 1^{er} article paru dans *International WOCE Newsletter* en 1997). Ces travaux ont tout d'abord confirmé de précédentes études décrivant le parcours vers le sud des Eaux Profondes Nord Atlantique (EPNA) via le CPBO, collé à la côte américaine (e.g., Weiss et al., 1985; Fine and Molinari, 1988), mais elles ont surtout permis de mettre en évidence :

- via les fortes concentrations en CFC du noyau supérieur des EPNA associées à des vitesses de courant relativement fortes, une recirculation vers le nord-ouest de la partie supérieure du CPBO au large du Brésil et de la Guyane ;
- la continuation vers l'est d'une partie du CPBO le long de l'équateur, au nord de 3°S.

Ces travaux seront largement repris après les campagnes EQUALANT de 1999 et 2000 (voir plus loin).

- Les Eaux Antactiques de Fond :

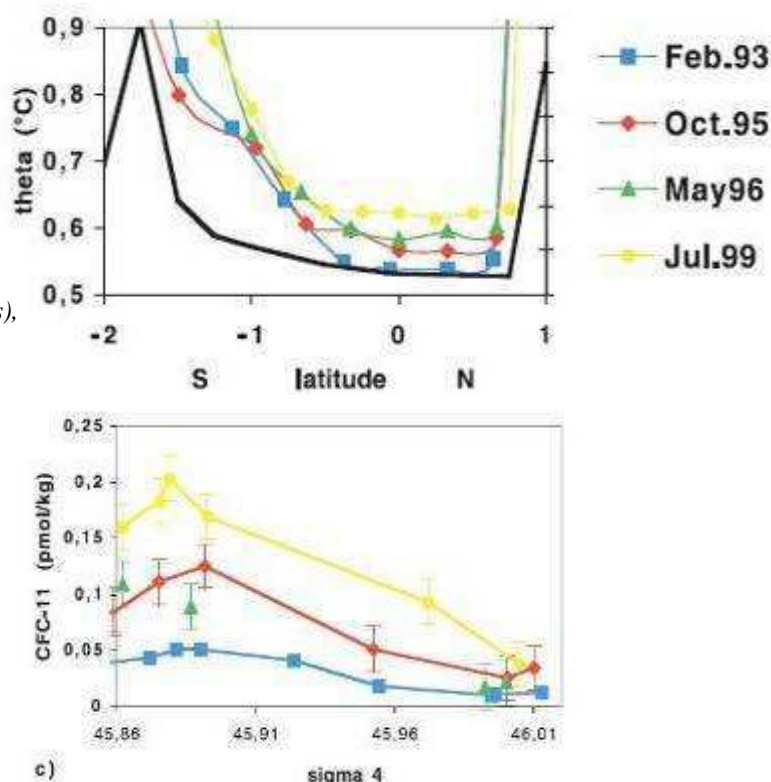
Etroitement liée à l'étude précédente, une synthèse des observations obtenues (courants, hydrologie et traceurs) le long de la longitude 35°W pendant les campagnes CITHER-1 et ETAMBOT avait été commencée en 1997 à Brest par l'équipe ETAMBOT (Claude Oudot, Yves Gouriou, Chantal Andrié et moi-même) pour analyser les Eaux AntArctiques de Fond (EAAF). Cette étude a finalement été conduite en intégrant les mesures obtenues pendant la campagne EQUALANT-1999 à la même longitude. L'observation des températures potentielles suggère un réchauffement sensible de ces eaux de fond entre 1993 et 1999, superposé à une variation saisonnière de leur transport (Figure II.11). Comparé à des données plus anciennes des années 1970 et 1980, le flux d'EAAF vers le nord semble s'être accentué dans les années 1990 (Andrié et al., 2003).

Figure II.11 :

- En haut : distribution latitudinale de la température potentielle (bathymétrie indiquée par le trait noir) ;

- En bas : concentration des CFC-11 en fonction de sigma-4 (densité relative à 4000db, ici de 3600m au fond), mesurée à 0°35'N-35°W dans la partie la plus profonde d'un chenal) pendant les campagnes Cither 1 (courbes bleues), Etambot 1 (courbes rouges), Etambot 1 (courbes ou triangles verts) et Equalant 99 (courbes jaunes).

Ces courbes suggèrent une augmentation sensible de la température des EAAF au cours des années 1990s. L'absence d'augmentation de CFC au fond (46,01) indique que les eaux ventilées de la mer de Weddel ne sont pas encore parvenues dans la zone, ou ne peuvent pas en raison de la bathymétrie..



2) L'Atlantique équatorial dans sa globalité :

Le programme CITHER, composante française de WOCE, visait essentiellement à décrire la composante stationnaire de la circulation dans le bassin Atlantique Tropical (description quantitative de la circulation globale). Il relevait de la composante CORE-1 de WOCE, c'est-à-dire la description quantitative de la circulation globale, par des mesures hydrologiques et de traceurs à grande échelle. La campagne CITHER-1, réalisée de janvier à mars 1993, fut la première de ce programme, et concernait la description de la circulation d'ordre zéro (composante stationnaire) dans la bande équatoriale Atlantique limitée par les latitudes 5°S et 7°30N, constituant la frontière Nord de l'Atlantique Sud. Suite au programme WOCE a été lancé le programme international CLIVAR, dans le cadre duquel a été initié le programme EQUALANT qui avait pour objectif principal l'étude de la variabilité de la circulation océanique et des interactions océan-atmosphère en Atlantique Equatorial. Les principaux thèmes scientifiques de ce programme, pour lequel deux campagnes à travers l'Atlantique équatorial ont été réalisées en été 1999 et 2000, étaient a) le suivi de la variabilité à grande échelle et basse fréquence de la circulation thermohaline, b) l'étude, de la surface au fond, de la redistribution des transports d'eau, de chaleur et de traceurs (fréons, sels nutritifs, paramètres du carbone) dans la bande équatoriale limitée par les latitudes 6°S et 6°N, c) l'étude de processus équatoriaux tels qu'upwellings et jets profonds et d) l'étude des flux à l'interface océan-atmosphère. Ce dernier thème est abordé dans le chapitre suivant. Le programme ETAMBOT, quant à lui, se situait dans le cadre de WOCE mais déjà avec une composante d'une étude de la variabilité, notamment saisonnière, sur le bord ouest. C'est dans le cadre de l'exploitation des mesures obtenues pendant les campagnes de ces programmes (CITHER, EQUALANT et également en partie ETAMBOT) qu'on a effectué les études présentées ci-dessous.

- Les masses d'eau de la surface au fond :

Suite à la campagne CITHER-1 de janvier-mars 1993, effectuée le long de 4 sections zonales et méridiennes de part et d'autre de l'Atlantique équatorial (Figure II.12), et à la calibration des données hydrologiques et courantométriques achevée début 1994, une analyse descriptive a été dédiée à la description de la distribution des masses d'eau présentes de la surface au fond de l'océan le long de chaque section ([Arhan et al., 1998](#)). Cette étude a permis d'une part de faire un bilan des différentes masses d'eau présentes dans l'Atlantique Tropical, et d'autre part d'apporter différentes informations nouvelles quant à leur distribution spatiale et aux transferts inter-hémisphériques de ces masses d'eau.

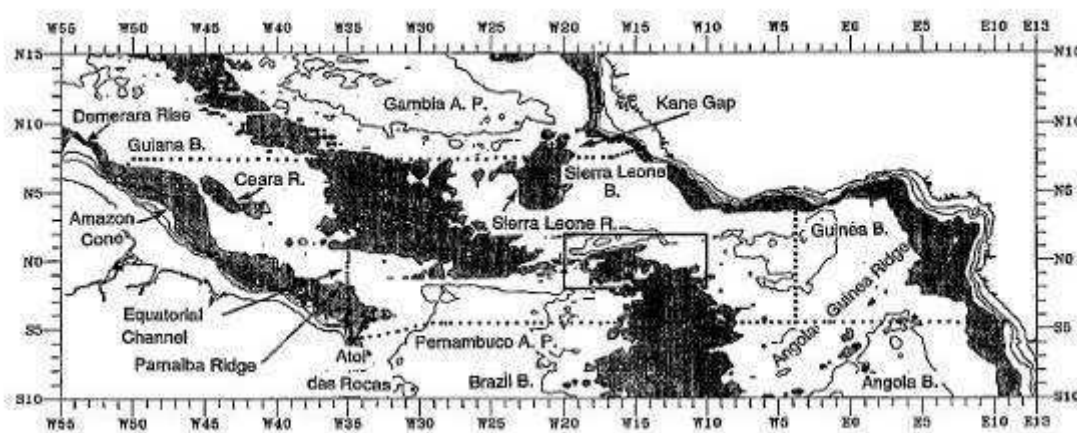


Figure II.12 : Carte de l'Atlantique tropical, représentant le parcours suivi pendant la campagne CITHER-1 (janvier-mars 1993). Les points représentent les 223 profils hydrologiques (Figure 1 de Arhan et al., 1998).

Ainsi :

- le suivi du maximum de salinité au niveau de la thermocline, signature des eaux centrales d'origine subtropicale, indique que la rétroflexion du Courant Nord Brésilien (CNB) et que le Contre Courant Equatorial Nord (CCEN) sont toujours présents en partie en février 1993, sous forme résiduelle. Les eaux centrales de l'Atlantique Sud s'avèrent pénétrer dans l'hémisphère nord selon deux parcours distincts: le premier longe les côtes de l'Amérique du sud, affecté d'une forte variabilité dans la partie Nord-Ouest du bassin, le second plus étendu mais moins intense passe par le bassin Est équatorial au sein de la thermostat ;
- les Eaux Antarctiques Intermédiaires (EAAI) évoluent vers le Nord essentiellement par l'Ouest du bassin et sont sujettes à une intense variabilité spatio-temporelle due à une dynamique très complexe (liée à la présence de tourbillons, d'ondes baroclines...) ;
- les Eaux Profondes de l'Atlantique Nord (EPAN) s'écoulent vers l'hémisphère Sud le long du bord Ouest et sont en partie déviées vers l'Est au niveau de l'équateur. Les fréons semblent indiquer des cellules de recirculation dans le sens cyclonique en profondeur, notamment au niveau de la Ceara Rise (au large de l'Amazonie, voir Figure II.12);
- plus en profondeur, les EPAN sont également déviées vers l'Est et perdent leurs caractéristiques hydrologiques par des processus de mélanges verticaux avec les Eaux Antarctiques de Fond (EAAF) au niveau des zones de fracture de la chaîne médio-Atlantique. L'eau relativement homogène issue de ce mélange se retrouve dans le bassin de Guinée puis dans le bassin d'Angola (Figure II.13).

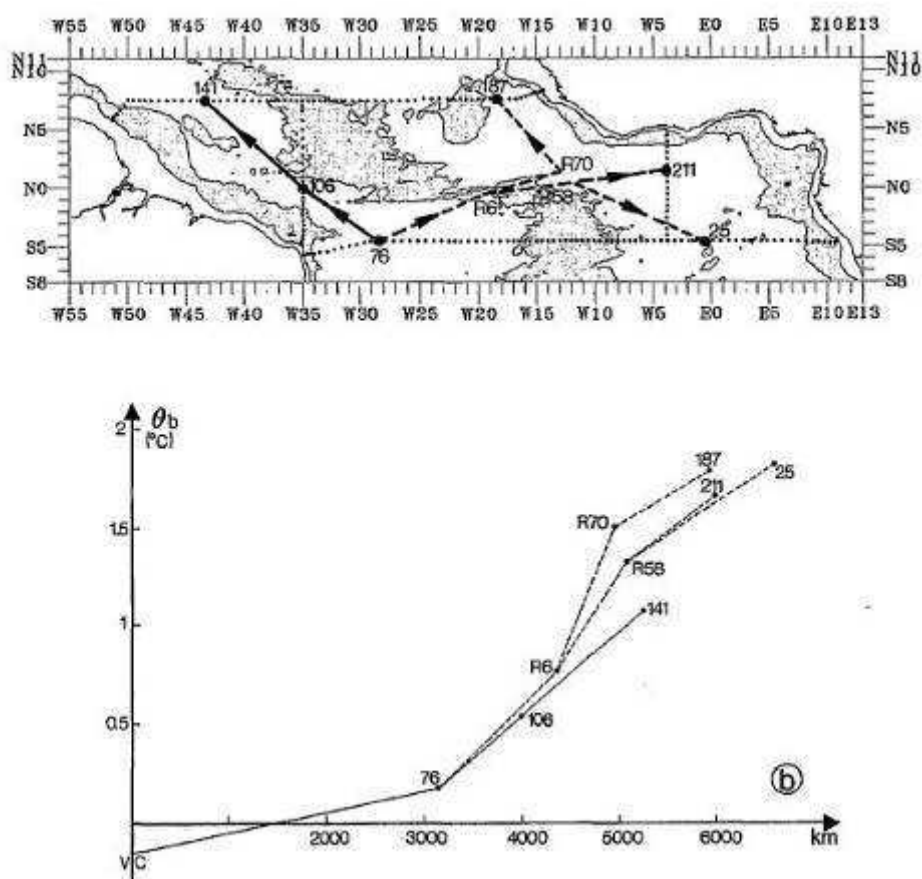


Figure II.13 : en haut : Parcours schématisé des Eaux Antarctiques de Fond (EAAF) à partir de la station hydrologique n°76 située au large du Brésil à travers la bande équatoriale, soit vers les bassins des Guyanes (stations 106 et 141), du Sierra Leone (187), de Guinée (211) et d'Angola (25). En bas : Evolution de la température potentielle au fond le long de ces parcours, prenant aussi en compte des stations effectuées au sein de la fracture de la Vema (stations R6, R58 e, R70, Zenk and Hogg, 1996) (Figure 20 de Arhan et al., 1998).

- Le parcours des eaux profondes Nord Atlantique suivi par les fréons :

L'analyse conjointe des données hydrologiques et de la distribution des concentrations de fréons -CFC- obtenues pendant la campagne CITHER-1, effectuées à travers l'Atlantique 10 ans après la campagne TTO, a permis de mettre en évidence l'évolution vers l'est le long de l'équateur des EPNA, tant supérieures qu'inférieures, et leur pénétration jusque dans le Golfe de Guinée (Figure II.14). La distance de 4400 km ainsi parcourue (avec les précautions d'usage) par les CFC en 10 ans suggère une vitesse d'avection moyenne de ces traceurs transitoires de 1,4 cm/s. De plus, le rapport des concentrations de fréons obtenues à 10 ans d'écart a permis d'évaluer indépendamment une vitesse moyenne d'advection (ou plutôt une vitesse « apparente », associée à l'âge « apparent » de la masse d'eau) de ces eaux profondes comprise entre 1,5 et 1,9 cm/s, en bon accord avec les précédentes estimations de Weiss et al., 1985 (Andrié et al., 1998).

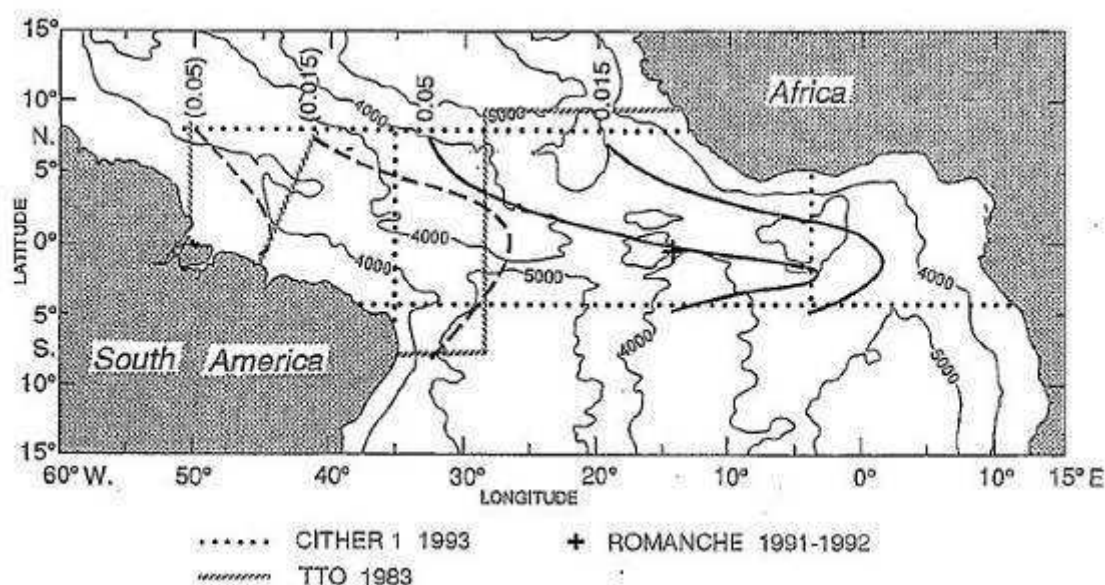


Figure II.14 : Comparaison des distributions du CFC-11 observées pendant la campagne TTO (1983 ; Weiss et al., 1985) et CITHER-1 (1993). Les isolignes 0.05 et 0.015 sont représentées (les valeurs entre parenthèses correspondent à la campagne TTO) et correspondent aux valeurs extrêmes mesurées entre 1600 et 1800m de profondeur. (Figure 10 d'Andrié et al., 1998)..

- Les jets équatoriaux :

Les jets équatoriaux constituent un trait particulier de la circulation profonde équatoriale. Décrits pour la première fois dans l'océan Pacifique ouest par Rual (1969), puis par Luyten and Swallow (1976) dans l'Océan Indien, ces jets se manifestent principalement par une structure en cisaillement des courants zonaux dans la bande équatoriale, avec une superposition, entre 300m et 2500m de profondeur environ, de courants orientés alternativement vers l'est et vers l'ouest. Les Jets Equatoriaux Profonds (JEP, ou DEJ -Deep Equatorial Jets en anglais-), de par leur influence potentielle sur les mélanges entre les masses d'eau et donc sur leur rôle dans les transports interhémisphériques de masse et de chaleur, n'avaient été mis en évidence dans l'Atlantique que par des calculs géostrophiques (Eriksen, 1982) puis, beaucoup plus récemment, grâce à des mesures de courant très localisées et ponctuelles (Ponte et al., 1990 ; Böning and Schott, 1993). Alors, il n'existait dans l'Atlantique aucune information ni sur leur origine ni sur leur variations spatiale (selon la longitude le long de l'équateur) et temporelle. Les profils de courant de la surface au fond de l'océan obtenus i) à 35°W en février 1993 avec un Pegasus (CITHER 1), ii) à 35°W avec un

profileur L-ADCP en avril 1996 (ETAMBOT 2) et iii) autour de 15°W également avec un L-ADCP en octobre 1994 (ROMANCHE 3 ; responsable: Herlé Mercier, CNRS-Brest), ont permis pour la première fois une analyse spécifique de ces JEP afin de décrire leur structure verticale à l'ouest et au centre du bassin équatorial de l'Atlantique (Gouriou et al., 1999) et d'étudier leur variabilité temporelle à l'ouest. Il a ainsi été montré que :

- les JEP, avec des amplitudes de la composante zonale du courant variant entre 10 et 20 cm/s et une échelle méridienne d'1°, ont une échelle d'environ 400 à 600m (soit plus grande que ce qui avait été décrit alors dans l'océan Pacifique par Firing, 1987) ;
- les JEP, observés tant à 35°W qu'à 15°W, ont donc une extension zonale d'au moins 20° et ont la même structure barocline à l'ouest et au centre du bassin (Figure II.15a);
- les JEP montrent des vitesses opposées à différentes saisons à 35°W (Figure II.15b) et, bien qu'à 5 ans d'intervalle, sont semblables lors d'une même saison;
- Enfin, comme ce qui avait été suggéré dans le Pacifique (Firing, 1987 ; Ponte and Luyten, 1990), les JEP semblent s'intégrer dans une structure de courant de grande échelle verticale changeant de direction dans le temps.

Cependant, le nombre de profils disponibles ne permettait ni de répondre clairement (ou définitivement) sur la variabilité saisonnière des JEP, seulement suggérée, ni sur la variabilité de la structure de courant de grande échelle verticale.

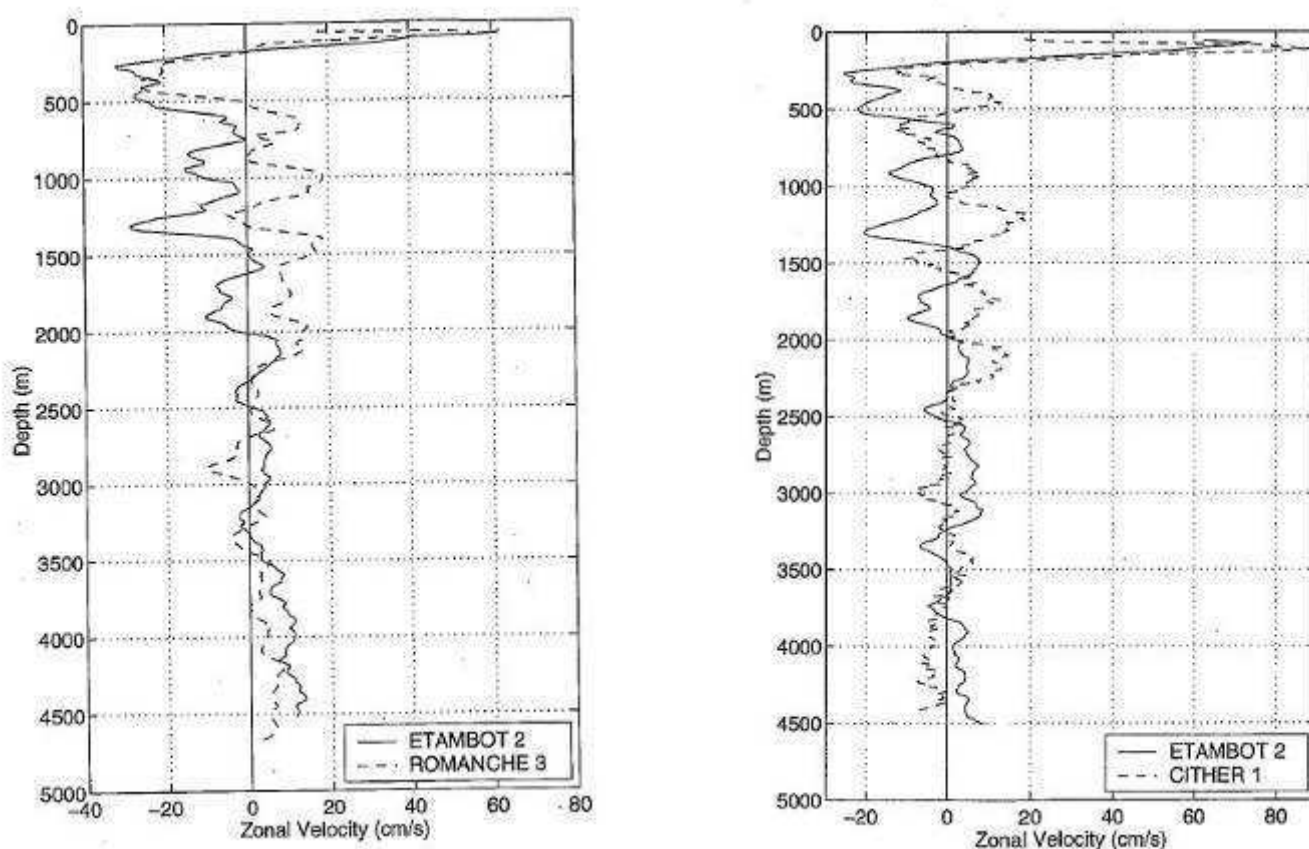


Figure II.15 :

a) à gauche : Profils verticaux de la composante zonale du courant de la surface au fond mesurés en avril 1996 (trait plein) à 35°W et en novembre 1994 vers 15°W (trait tireté). (Figure 5 de Gouriou et al., 1999).

b) à droite : Profils verticaux de la composante zonale du courant de la surface au fond mesurés à 35°W en avril 1996 (trait plein) et en février 1993 (trait tireté). (Figure 6 de Gouriou et al., 1999).

De nombreux nouveaux profils L-ADCP effectués pendant les campagnes EQUALANT-1999 et 2000 (Figure II.16), bien que réalisés dans le cadre général de CLIVAR, ont été utilisés pour reprendre l'étude précédente et notamment décrire l'évolution zonale de ces Jets Equatoriaux Profonds à travers l'Atlantique. Ainsi, l'analyse des courants profonds, associée à celle de la distribution des CFCs, mesurés le long de trois sections méridiennes à 35°W, 23°W et 10°W pendant EQUALANT 1999, a permis de montrer (Gouriou et al. 2001):

- que les JEP étaient entourés de deux colonnes de courants portant vers l'Est situés vers 2°S et 2°N, les Jets Extra Equatoriaux (JEE) (Figure II.17) ;
- que les JEP, également observés à 10°W, et les JEE, associés à des concentrations de CFCs élevées, sont alimentés en EPAN transportées par le CPBO (Figure II.18).

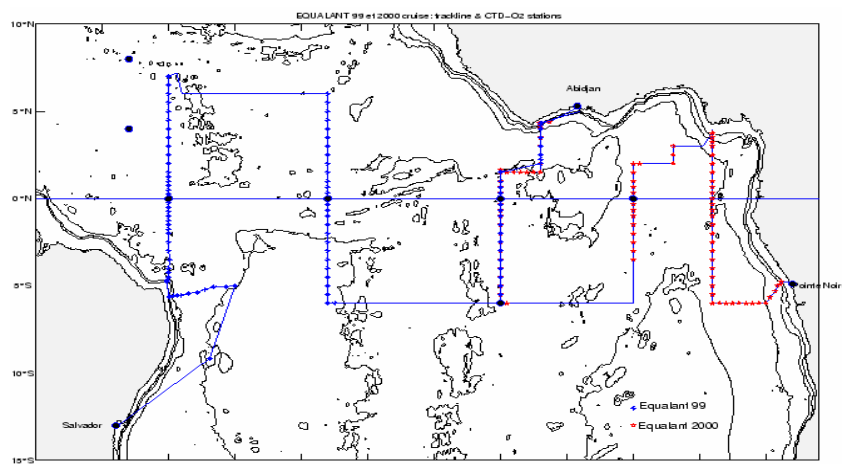


Figure II.16 : Plan des campagnes EQUALANT 1999 (juillet-août 1999, en bleu), et EQUALANT 2000 (juillet-août 2000, en rouge). Chaque point représente un profil hydrologique et courantométrique réalisé de la surface au fond. Les sections méridiennes se situent à 35°W, 23°W et 10°W (EQUALANT 1999) et 10°W, 0° et 6°E (EQUALANT 2000). Deux petites sections zonales ont été réalisées à 5°S en 1999 au large du Brésil et à 6°S en 2000 au large du Congo et de l'Angola. La bathymétrie est également représentée.

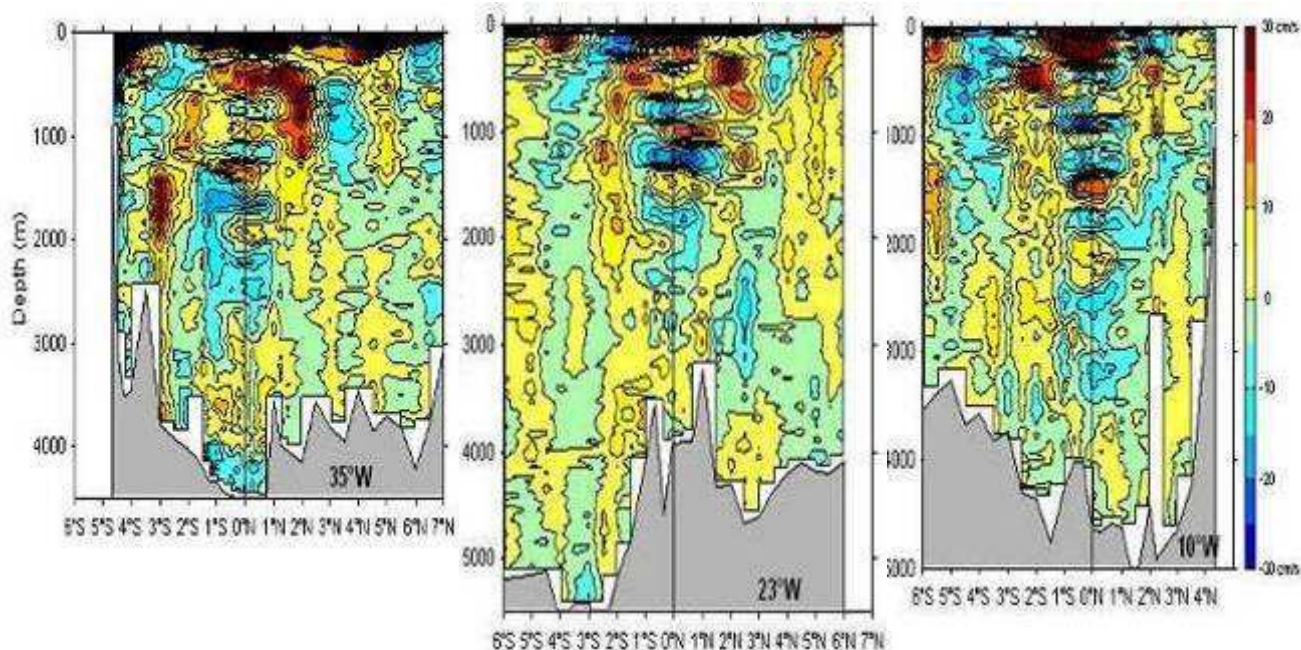


Figure II.17 : Sections verticales (de la surface au fond) de la composante zonale du courant (en cm/s) mesurées à 35°W (à gauche), 23°W (au centre) et 10°W (à droite) pendant la campagne EQUALANT de juillet-août 1999 (Plate 1 de Gouriou et al., 2001).

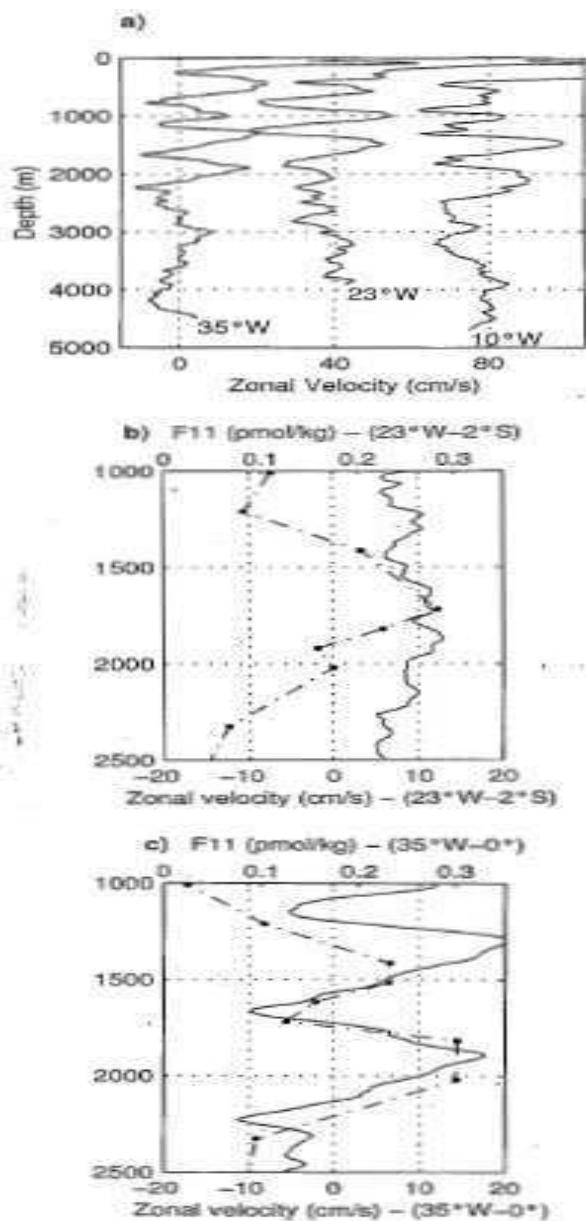


Figure II.18 : Profils verticaux de :

- a) en haut : la composante zonale du courant (en cm/s), de la surface au fond, mesurée à l'équateur aux longitudes 35°W, 23°W et 10°W en juillet-août 1999. Chaque profil est décallé de 40cm/s par rapport au précédent. Les vitesses positives sont vers l'est.
 - b) Au milieu : de la composante zonale du courant (en cm/s, ligne continue) et de la concentration en CFC-11 (en pmol./kg) à 23°W-2°S, entre 1000 et 2500m de profondeur.
 - c) En bas : de la composante zonale du courant (en cm/s, ligne continue) et de la concentration en CFC-11 (en pmol./kg) à 35°W-0°N, entre 1000 et 2500m de profondeur.
- (Figure 2 de Gouriou et al., 2001).

Afin de continuer ces deux études précédentes, les profils L-ADCP obtenus dans le Golfe de Guinée pendant la campagne EQUALANT 2000, aux trois longitudes 10°W, 0°E et 6°E, ont ensuite été analysés et ont notamment permis de montrer (Bourlès et al., 2003) :

- que les structures des JEP s'estompent en allant vers l'Est, n'étant plus visibles au large de l'Afrique (Figure II.19). Ce phénomène nous a fait nous interroger sur les processus responsables de la formation de ces jets. Ainsi, la distribution à 10°W dans la bande équatoriale du moment angulaire (Figure II.20), qui est constant au sein des jets orientés vers l'ouest (indiquant donc le courant zonal équilibre la vorticité planétaire) et fortement variable au sein des jets vers l'est, semble en accord avec la théorie inertielle (Hua et al., 1997 ; Send et al., 2002) ; cependant, cela n'explique pas leur atténuation et disparition à l'est du bassin... Cette dernière est plus en accord avec la théorie des ondes équatoriales (Thierry, 2000) mais la présence de deux courants relativement intenses encore observés à 6°E ne peut pas a priori être expliquée par les ondes. Il est tentant de penser à une combinaison des deux théories et la question de l'influence potentielle de l'île de São Tomé peut aussi être soulevée...
- que la comparaison le long de 10°W des jets observés à un an d'intervalle (juillet 1999 et 2000) et des concentrations de fréons associées montre clairement l'alimentation des jets d'ouest en EPAN ; la concentration en fréons au sein de ces jets plus forte en 2000 qu'en 1999 illustre la signature de l'advection de ces eaux vers l'Est.

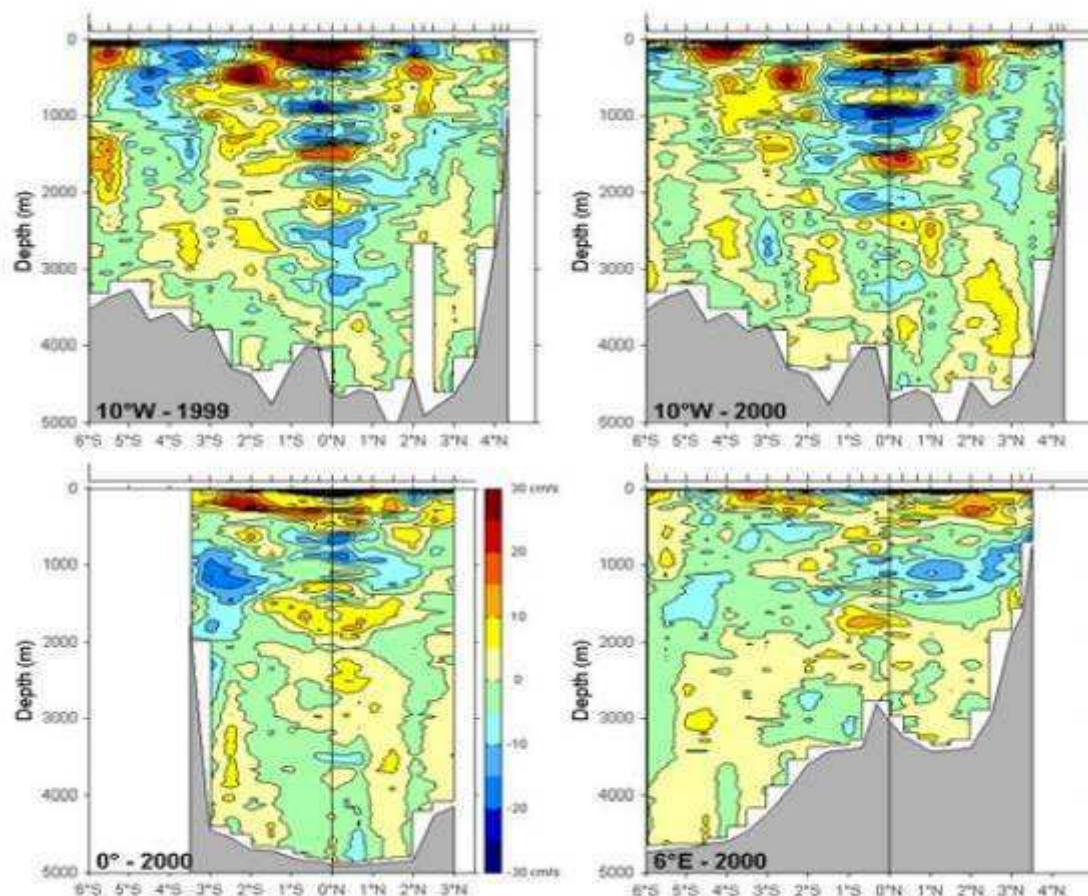


Figure II.19 : Sections verticales de la composante zonale du courant (cm/s) de la surface au fond obtenues dans la bande équatoriale à 10°W en juillet 1999 et 2000 (en haut, à gauche et à droite respectivement), à 0°E (en bas à gauche) et à 6°E (en bas à droite) en juillet-août 2000 (Figure 1 de Bourlès et al., 2003).

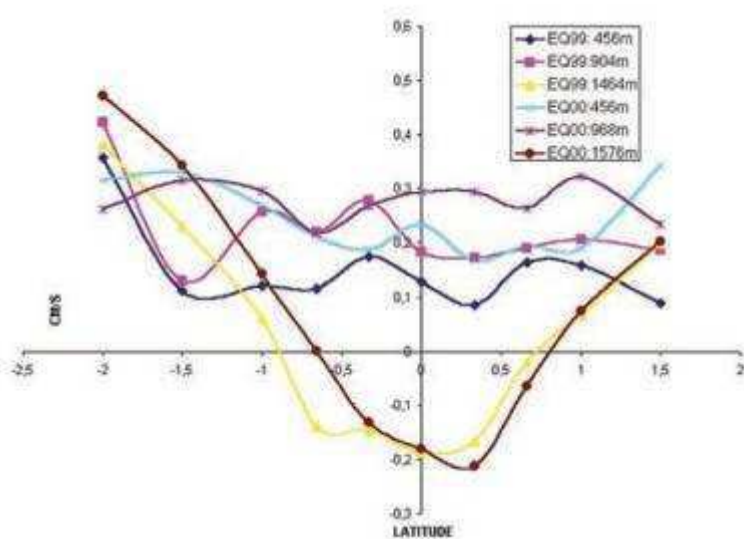


Figure II.20: Fonction $(\beta y^2/2-u)$, représentative du moment angulaire, entre 2°W et 1°30'N le long de 10°W et à la profondeur des jets équatoriaux profonds les plus intenses, orientés vers l'ouest entre 500 et 1000m de profondeur (courbes en violet, bleu, cyan et rouge) et vers l'est vers 1500m (courbes en jaune et marron), et mesurés pendant les campagnes EQUALANT (Figure 3 de Bourlès et al., 2003).

Enfin, une autre étude s'appuyant sur l'ensemble des données de profileurs L-ADCP disponibles sur l'ensemble du bassin équatorial et sur des mesures obtenues à partir de mouillages courantométriques a montré que les jets d'approfondissent d'ouest en est, confirmant l'influence des ondes équatoriales sur la structure et la variabilité des JEPs, mais le fait que la pente zonale des jets varie avec la longitude suggère que d'autres processus sont en jeu... Cette étude a également porté sur l'influence des JEPs sur le transport zonal des Eaux AntArctiques Intermédiaire (EAAI) et des EPAN dans la bande équatoriale, pouvant inverser leur transport zonal par périodes et à certaines profondeurs (Schmid et al., 2005).

- La circulation profonde dans le Golfe de Guinée :

La campagne EQUALANT 2000 a aussi permis d'obtenir des mesures de traceurs profonds au large du Congo et ainsi d'étudier les anomalies de concentration d'oxygène et de silicate déjà mentionnées par le passé dans l'Atlantique Sud-Est vers 4000m (van Bennekom, 1996), pouvant permettre de suivre le cheminement des eaux à cette profondeur et donc de mieux décrire la circulation profonde. Une étude spécifique (Braga et al., 2004) a ainsi été menée au large du Congo, qui a permis de comprendre que ces anomalies étaient dues à des courants de turbidité se manifestant dans la continuité de l'embouchure du fleuve Congo (Khripounoff et al., 2003), et que les eaux situées à ces profondeurs ne se propageaient pas uniquement vers le sud comme cela était jusqu'alors suggéré (van Bennekom, 1996), mais également vers le Nord du Golfe de Guinée et vers l'Ouest le long de la côte, mettant en évidence la complexité de la circulation profonde dans cette région.

II.c : Les années « CLIVAR » ; les couches supérieures de l'Atlantique Tropical

Le programme international CLIVAR fait suite au programme WOCE et a été lancé en 1998. C'est dans ce cadre que l'IRD s'est impliqué dans l'Atlantique Tropical avec notamment son rôle majeur dans le lancement du programme PIRATA (sous la responsabilité de Jacques Servain, IRD-Brest de 1997 à 2003, puis de moi-même depuis), programme élaboré en 1995 et initié dès 1997 (Servain et al., 1998 ; voir http://www.ifremer.fr/ird/pirata/index_fr.php) et ensuite le programme EQUALANT (voir sous-chapitre précédent, et <http://dataipsl.ipsl.jussieu.fr/EQUALANT/>). PIRATA a pour but principal l'observation et l'analyse des conditions océaniques et météorologiques et des modes de variabilité climatique en Atlantique Tropical, et EQUALANT avait pour objectif principal l'étude de la variabilité de la circulation océanique et des interactions océan-atmosphère en Atlantique Equatorial. Contrairement à WOCE qui concernait l'océan dans toutes ses dimensions, CLIVAR a principalement pour motivations de mieux comprendre et prédire les variations du climat à des échelles de temps du mois à plusieurs décennies et la réponse du système climatique aux nouveaux forçages liés aux activités humaines. Ainsi, les études réalisées dans le cadre de CLIVAR portent essentiellement sur les couches supérieures de l'océan, intervenant à ces échelles de temps dans les interactions océan-atmosphères. C'est également dans ce cadre que j'ai initié en 2001 le programme EGEE, en lien étroit avec PIRATA, concernant spécifiquement le Golfe de Guinée et devenu en France le volet océanographique du programme AMMA (Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine, voir <http://www.amma-international.org/> et chapitre suivant), et qu'ont été menées la majeure partie des études menées présentées ci-dessous.

- Les courants zonaux équatoriaux :

Les courants zonaux équatoriaux superficiels et sub-superficiels sont responsables d'une grande partie du transport des eaux thermoclines chaudes et salées en provenance de l'Atlantique Sud vers l'hémisphère Nord. La compréhension de leur évolution d'ouest en est du bassin et du devenir des eaux transportées par ces courants dans l'Est du bassin équatorial est donc une priorité scientifique majeure. En effet, c'est dans l'Est du bassin et le Golfe de Guinée que remontent vers la couche de surface des eaux centrales situées au niveau de la thermocline (upwelling équatorial). Les processus par lesquels ces eaux i) se mélangent avec les eaux de surface, ii) sont advectées vers l'hémisphère nord, ii) sont susceptibles d'induire des anomalies de température de la mer (SST) dans le Golfe de Guinée etc. étaient encore très

peu étudiés au début des années 2000, voire « oubliés » depuis les premières études des scientifiques de l'ORSTOM dans les années 1970 et 1980 (notamment depuis l'expérience FOCAL/SEQUAL ; e.g. Gouriou et Reverdin, 1992). Les campagnes EQUALANT 1999 et 2000 ont ainsi permis, pour la première fois depuis les campagnes FOCAL/SEQUAL de 1983-1984 et avec des techniques de mesure plus précises (notamment pour la mesure des courants, avec les VM-ADCP et L-ADCP), d'obtenir des mesures de courants dans la bande équatoriale d'ouest en est. Ainsi, l'analyse détaillée des mesures hydrologiques et courantométriques de ces deux campagnes le long des 5 radiales méridiennes 35°W, 23°W, 10°W, 0°E et 6°E (Bourlès et al., 2002) a permis de montrer que :

- comme dans le Pacifique équatorial (Rowe et al., 1999), les Sous Courants Equatoriaux Sud et Nord (SCES et SCEN) s'éloignent de l'équateur au cours de leur évolution vers l'est, en accord avec la théorie inertielle et la conservation de la vorticité potentielle (Johnson and Moore, 1997), empêchant ainsi le SCEN de pénétrer dans le Golfe de Guinée (Figure II.20), précisant ainsi les schémas de circulation moyenne proposés notamment par Stramma and Schott (1999), suggérant un SCES continuant jusqu'à la côte africaine autour d'une même latitude moyenne, vers 6°S ;

- les Contre Courants Intermédiaire Sud et Nord (CCIS, CCIN), décrits quelques années plus tôt dans l'ouest du bassin par Schott et al. (1998), courants s'écoulant vers l'est et situés vers 2°S et 2°N respectivement entre 400 et 1000m de profondeur, sont bien observés également à 23°W et 10°W, mais ne sont plus observés plus à l'est (Figure II.20) ; cela suggérerait soit, comme pour les SCES et SCEN, une déviation vers de plus hautes latitudes de ces courants au cours de leur évolution vers l'est, contrairement aux schémas de Stramma and Schott (1999), soit une atténuation de ces courants, comme suggéré par Schmid et al. (2001).

- de même, le Courant Intermédiaire Equatorial (CIE) décrit dans l'ouest du bassin par Schott et al. (1998) comme un courant orienté vers l'ouest situé entre les CCIS et CCIN et sous le Sous Courant Equatorial (SCE). Dans le Pacifique, Firing et al. (1998) distinguent le CIE comme étant situé entre les SCES et SCEN et le Sous Courant Equatorial Intermédiaire (SCEI, ou LEIC en anglais) situé entre les CCIS et CCIN. Pendant les campagnes EQUALANT, le CIE n'est pas clairement observé et les veines de courant vers l'ouest situées sous le SCE montrent nettement un comportement différent aux différentes profondeurs concernées. Ainsi, nous avons suggéré de reprendre les dénominations de Firing et al. (1998) et notons que le CIE est faible à 35°W et remplacé par un courant vers l'est à 23°W et 10°W, tandis que le SCEI est bien observé vers 400-500m de profondeur à ces deux longitudes (Figure II.20). Par contre, ces deux courants ne sont pas identifiables plus à l'est à 0°E et 6°E, comme le suggéraient déjà Mercier et al. (2003) dans leur description des mesures obtenues dans le Golfe de Guinée à 7°W et 3°E en mars 1995 pendant la campagne CITHER-3, donc pendant une autre période de l'année.

- enfin, le SCE est totalement absent à 6°E dans le fond du Golfe de Guinée en août 2000 (Figure II.20). Bien que l'atténuation de la partie supérieure du SCE dans l'est en été boréal, soit en période de la remontée maximale de la thermocline dans le centre et l'est du bassin et de l'upwelling équatorial, ait déjà été suggérée lors des campagnes FOCAL-SEQUAL (Gouriou and Reverdin, 1992), avec au contraire un approfondissement de sa partie inférieure située sous la thermocline (Hénin et al., 1986 ; Wacongne and Piton, 1992), c'est la première fois que des mesures précises de courant mettent sa disparition totale en évidence...

Tous ces résultats originaux, bien qu'obtenus à partir de données synoptiques, ont confirmé la complexité de la circulation et de la terminaison des différents courants zonaux s'écoulant vers l'est dans le Golfe de Guinée à différentes profondeurs et latitudes. Ils ont conforté la nécessité d'acquérir d'avantage de mesures dans cette région particulière et ce à différentes périodes de l'année, ce qui a en grande partie motivé la définition et l'initiation du programme EGEE (voir plus loin).

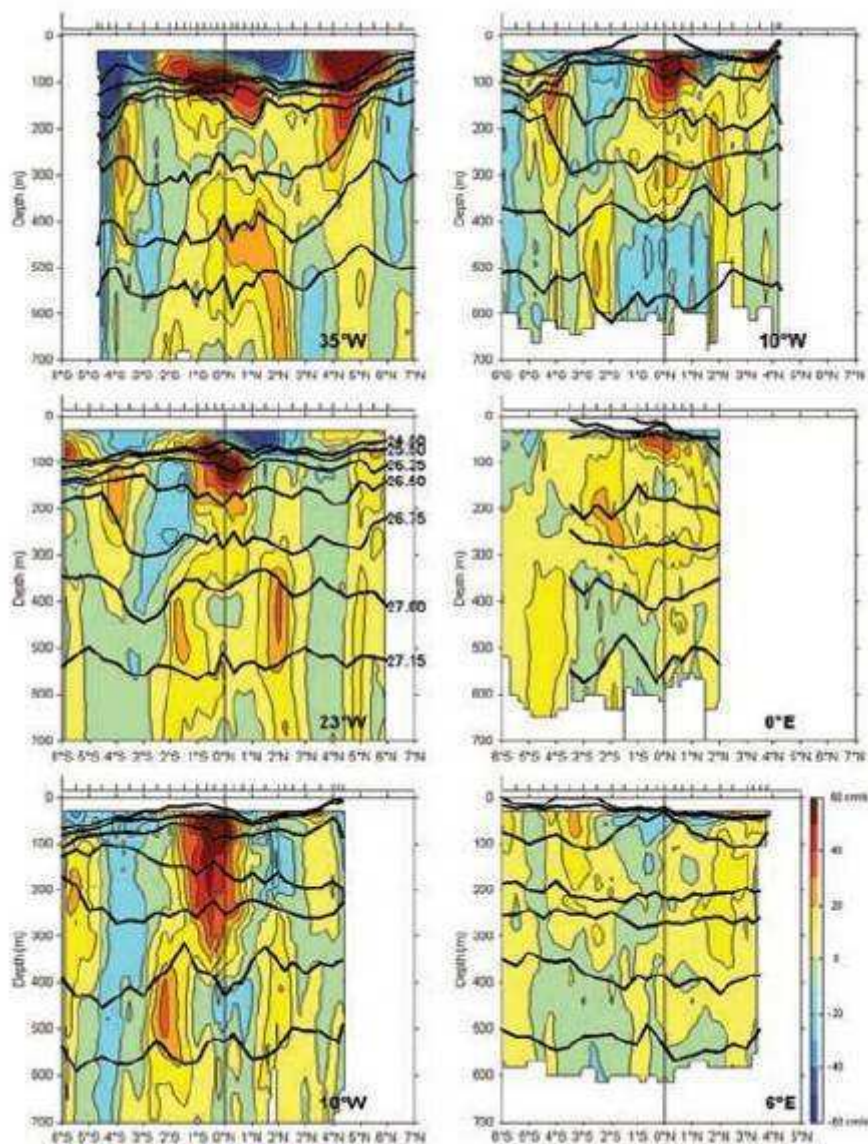


Figure II.21:

Sections verticales de la composante zonale du courant (cm/s) de la surface à 700m de profondeur obtenues dans la bande équatoriale à 35°W, 23°W et 10°W en juillet 1999 (à gauche, de haut en bas respectivement), et à 10°W, 0°E et 6°E en juillet 2000 (à droite, de haut en bas respectivement) (Plate 1 de Bourlès et al., 2002).

- Analyse du Sous Courant Equatorial avec un modèle numérique:

Le SCE joue un rôle primordial dans le transport inter-hémisphérique des eaux centrales et dans les variations de la SST dans le Golfe de Guinée, qui sont très mal simulées dans le Golfe de Guinée par les modèles numériques (Davey et al., 2002 ; Richter and Xie, 2008). De plus, les processus responsables de la structure, de l'évolution d'ouest en est et de la variabilité du SCE, notamment la part des processus locaux versus distants, et ses liens avec les cellules subtropicales, restaient au début des années 2000 encore assez peu documentés (e.g., Katz and Garzoli, 1982 ; Liu and Philander, 1995 ; Hazeleger et al., 2003).

Une simulation du modèle CLIPPER a été réalisée au Laboratoire de Physique des Océans (LPO) et validée à partir des observations disponibles grâce aux multiples campagnes effectuées pendant les programmes CITHER, ETAMBOT, EQUALANT et PIRATA, et les paramètres de mélange fixés afin de représenter au mieux le SCE simulé par ce modèle (Michel et Tréguier, 2002). Une étude, également initiée par des collègues du LPO (Arhan et al., 2006) et s'appuyant sur les résultats de ce modèle numérique et du vent utilisé en forçage, a notamment permis de mettre en évidence deux maxima du transport du SCE, un en été-automne boréal dans le centre du bassin, l'autre en hiver-printemps dans l'ouest du bassin (Figure II.22). Les résultats d'un modèle numérique permettaient également d'obtenir l'évolution annuelle de différentes caractéristiques du SCE, telles que son extension en latitude et les latitudes extrêmes et son épaisseur avec ses profondeurs minimale et maximale.

Ces évolutions ont permis de mettre en évidence les variations spatiales liées à d'éventuels renforcements des sources latérales en eau du SCE ou des vents. Ainsi, après l'analyse de l'évolution du rotationnel du vent, de la composante zonale du vent le long de l'équateur, du transport de Sverdrup etc., le premier maximum d'été s'avère essentiellement induit par le renforcement du forçage du vent le long de l'équateur pendant lequel le SCE est alimenté par les eaux centrales dans le centre du bassin. Le second maximum d'hiver, pendant lequel le SCE est essentiellement alimenté à l'ouest du bassin par les courants de bord ouest (principalement le CNB), est quant à lui principalement lié au rotationnel du vent.

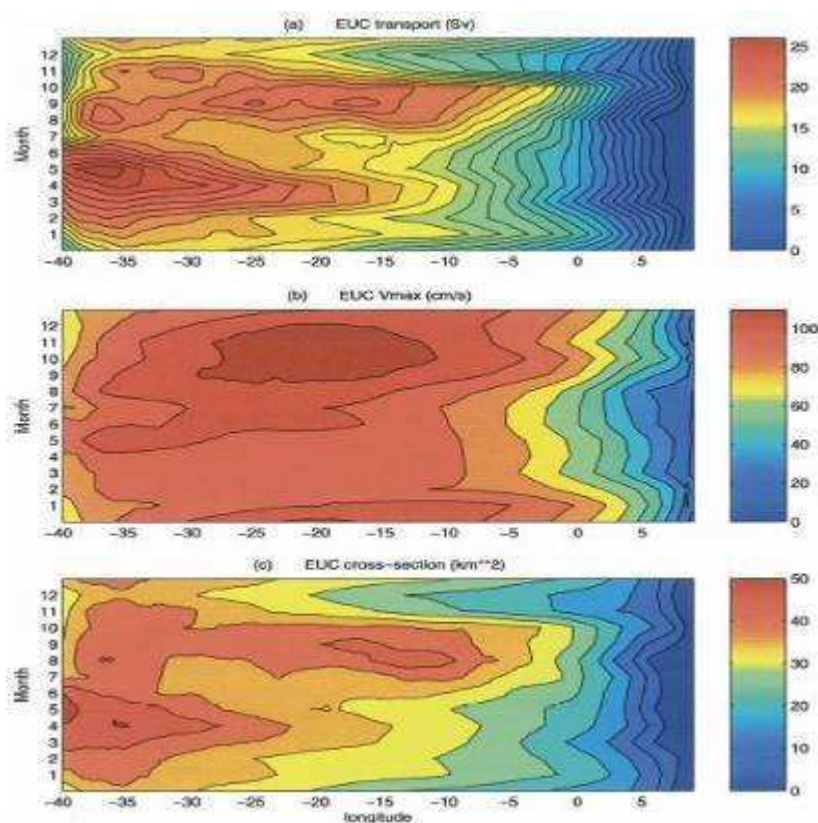


Figure II.22:

Diagrammes longitude-temps présentant le cycle annuel:

a) du transport intégré du SCE -limité aux vitesses zonales supérieures à 20cm/s- (isolignes = 1sv) ;

b) du maximum de vitesse zonale du SCE (isolignes = 10 cm/s) ;

c) de la surface du SCE (en km² ; isolignes = 5 km²),

estimés à partir des résultats obtenus de 1993 à 2002 de la simulation numérique CLIPPER.

(Figure 6 de Arhan et al., 2006).

- Analyse du SCE et du CEI :

Grâce aux étroites collaborations établies depuis les années 1990 avec l'équipe de l'IFM-Kiel, et des échanges entre nos équipes des données courantométriques et d'informations sur leur traitement, deux études concernant respectivement l'étude des SCE et CEI d'une part à 23°W, soit au centre du bassin Atlantique équatorial et d'autre part entre les longitudes 35°W et 23°W.

La première étude (Brandt et al., 2006) a consisté à analyser les données courantométriques obtenues grâce à un mouillage du programme PIRATA situé à 23°W et à un L-ADCP pendant des campagnes effectuées entre 23°W et 29°W de 1999 à 2005. Elle a permis de montrer l'existence de deux noyaux de courant au sein du CEI (Figure II.23) et une forte variabilité intra-saisonnière de la composante zonale des courants jusqu'à 700m de profondeur, ce dans des bandes de fréquence de 20-30 jours et 45-60 jours, illustrant l'importance des ondes équatoriales sur les courants, leur transport et les mélanges entre les masses d'eau.

La seconde étude (Brandt et al., 2008), effectuée également à partir de mesures de courant mais aussi de concentrations d'oxygène dissous entre 35°W et 23°W, confirme la présence de deux noyaux du CEI à différentes profondeurs. La distribution verticale des courants et de l'oxygène montre également la présence d'un jet équatorial vers l'est à 300-

350m de profondeur au sein du CEI, expliquant les deux noyaux de courant vers l'ouest du CEI (Figure II.24). La décroissance des concentrations d'oxygène d'ouest en est est principalement expliquée par la diffusion latérale et la consommation, plutôt que par du mélange diapycnal.

Figure II.23:

Profils verticaux (0-700m) de :

- à gauche : la composante zonale moyenne du courant obtenues à partir des mesures d'un mouillage courantométrique à 23°W-0°N ;
- au milieu : la déviation standard (noir) et la variance expliquée de l'harmonique annuelle (rouge) et semi-annuelle (rouge tiretée) ;
- à droite : amplitude (noire) et phase (rouge) de l'harmonique annuelle.

(Figure 2 de Brandt et al., 2006)

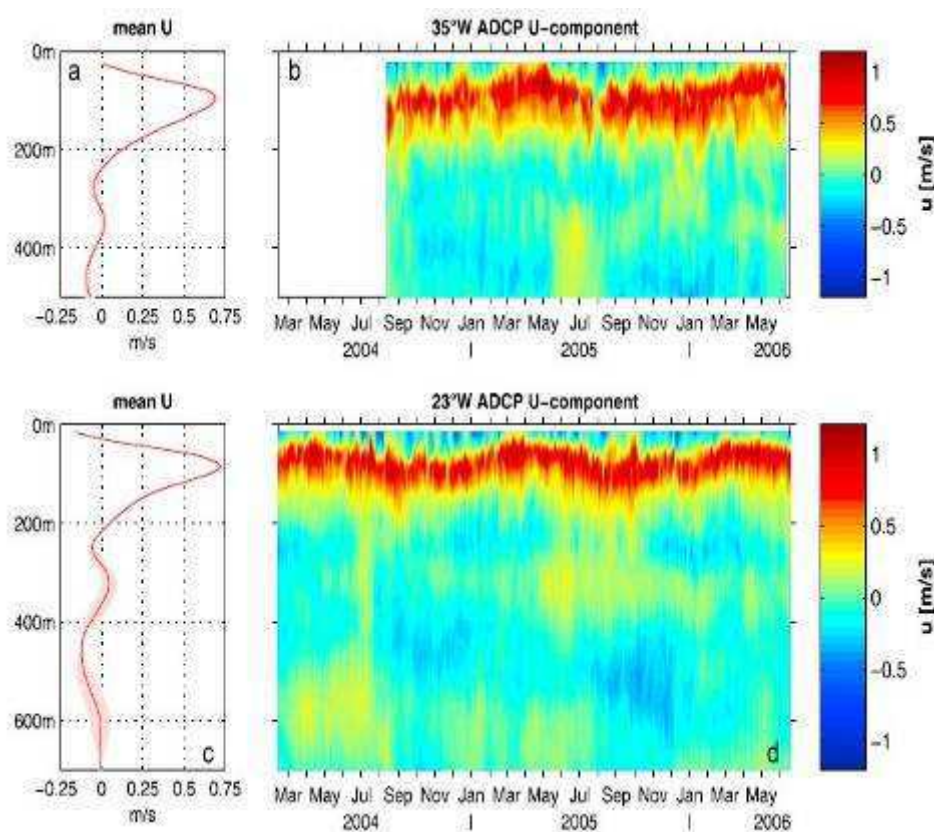
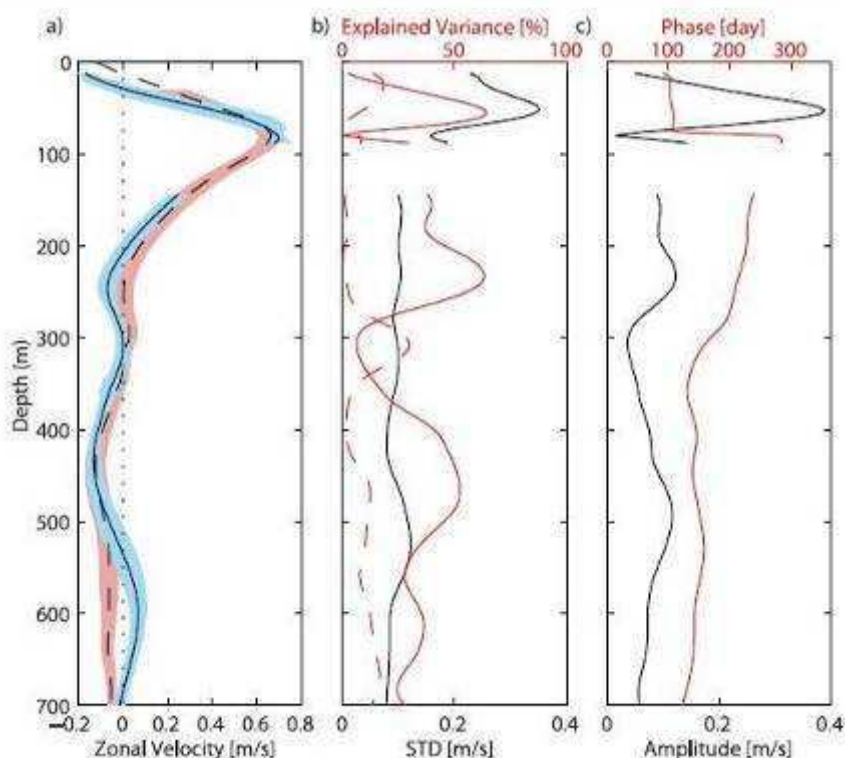


Figure II.24:

Profils moyens (à gauche) et évolutions temporelles de mars 2004 à mai 2006 (à droite) de la vitesse zonale du courant,

- en haut : à 35°W de la surface à 500m ;
- en bas : à 23°W de la surface à 700m.

(Figure 2 de Brandt et al., 2008).

- Etude de la variabilité observée à 10°W dans les couches supérieures :

La longitude 10°W est d'un intérêt particulier, car i) constitue la limite Ouest du Golfe de Guinée et donc particulièrement intéressante pour analyser les courants zonaux et les masses d'eau entrant dans le Golfe de Guinée, ii) est la longitude où l'upwelling équatorial atteint son amplitude maximale, et iii) est la longitude où ont été positionnées 3 bouées météo-océaniques (de type ATLAS) du réseau d'observation PIRATA ; devant être relevées tous les ans, les campagnes océanographiques annuelles effectuées le long de cette longitude permettent un échantillonnage régulier des conditions hydrologiques et courantométriques d'un grand intérêt pour les études de processus et de la variabilité saisonnière à interannuelle des conditions océaniques et climatiques en Atlantique Tropical.

Le SCE a relativement bien été décrit dans l'ouest et le centre du bassin, grâce aux nombreuses mesures acquises notamment le long de 35°W (voir précédemment, Schott et al., 1998, 2003 ; Bourlès et al., 1999b, 2002 ; Brandt et al., 2008). Cependant, le nombre de mesures disponibles plus à l'est restait insuffisant pour une analyse détaillée du SCE. Grâce aux programmes PIRATA, EQUALANT et EGEE, 18 campagnes océanographiques ont pu être effectuées le long de cette longitude entre 1997 et 2007, justifiant une analyse spécifique du SCE à 10°W. Les résultats de cette analyse (Kolodziejczyk et al., 2009) ont permis de :

- définir la structure moyenne (Figure II.25) et le transport moyen du SCE à 10°W, qui est estimé à 12,1 Sv, confirmant une atténuation de son transport d'ouest en est, bien que faible si comparée aux 13,8 Sv estimés par Brandt et al. (2006) à 23°W. De fait cette atténuation du transport du SCE est surtout observée dans les couches supérieures de la thermocline et varie fortement avec les saisons ;
- d'analyser les variations saisonnières du SCE, et une décomposition selon des couches isopycnales a permis de mettre en évidence différentes dynamiques responsables de cette variabilité (Figure II.26). Ainsi : le SCE exhibe un cycle semi-annuel, avec un premier maximum en hiver (janvier) et un second maximum, beaucoup plus intense, en été boréal, confirmant les résultats de l'étude numérique de Arhan et al. (2006). Cependant, il est clairement montré que la plus forte variabilité est induite par la présence d'un fort courant vers l'est dans la couche subthermoclinale en été, non permanent voire renversé -vers l'ouest- pendant les campagnes d'hiver... ;
- mettre en évidence, au vu de la forte variabilité observée dans les couches inférieures de la thermocline, et sous celle-ci, et du fait que cette variabilité n'est pas observée plus à l'ouest, la potentielle influence importante de processus transitoires, voire des ondes équatoriales en été-automne boréal, ce qui ne peut être affirmé et étudié à partir de mesures in situ ponctuelles ;
- montrer que, au vu de la forte atténuation du maximum de salinité en été-automne boréal, les eaux salées subtropicales ne pénètrent que très peu dans le Golfe de Guinée pendant cette période particulière de l'année. Ces eaux de la thermocline ventilée (Reverdin et al., 1993) seraient donc intégralement « upwellées » au sein de la couche superficielle de mélange.

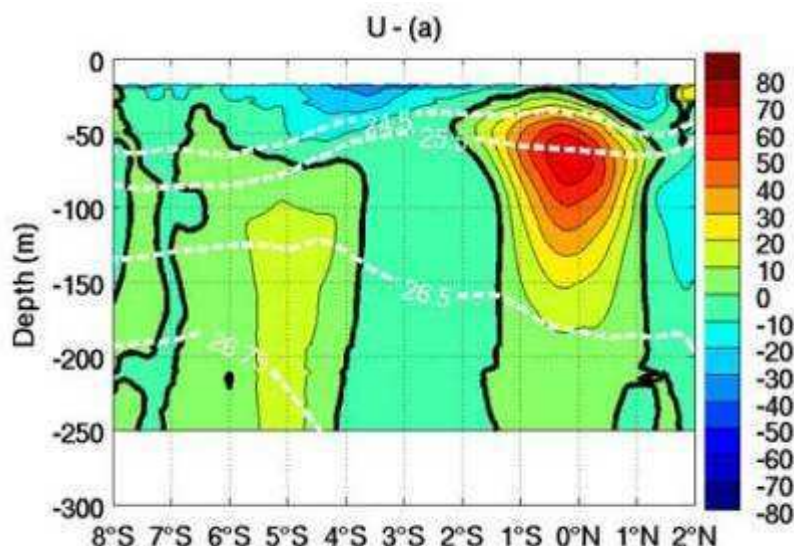


Figure II.25:

Section verticale de 8°S à 2°N et de la surface à 250m le long de 10°W de la moyenne du courant zonal estimée à partir des mesures de courant obtenues lors de 17 campagnes. Les isopycnes 24.5, 25.5, 26.5 et 26.75 sont représentées par les traits blancs tiretés. Le SCE moyen est observé entre 1°30'S et 1°N.

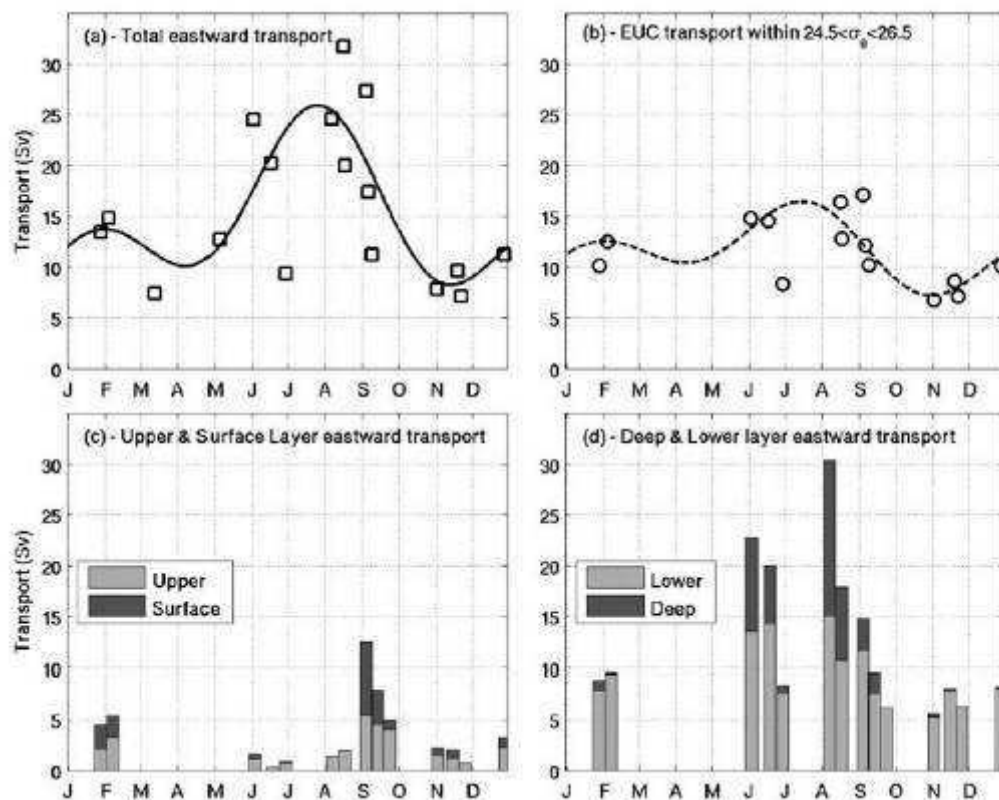


Figure II.26: Cycle annuel à 10°W : a) du transport total du SCE (les carrés représentent les valeurs obtenues à partir des mesures des campagnes) ; b) du transport du SCE dans la couche isopycnale 24,5-26,5 intégrant la thermocline et le noyau du SCE ; c) du transport dans les couches de surface (surface-24,5) et supérieure de la thermocline (24,5-25,5) ; d) du transport dans les couches inférieure de la thermocline (25,5-26,5) et subthermoclinale (densité supérieure à 26,5).

- Etude des processus responsables du déclenchement de la langue d'eau froide dans le Golfe de Guinée :

Une des principales motivations du programme EGEE est de comprendre les processus responsables de la variabilité de la SST dans le Golfe de Guinée, et ainsi de son influence sur les échanges air-mer et le déclenchement et l'intensité des précipitations (mousson africaine) en Afrique de l'Ouest en été boréal. Les six campagnes océanographiques effectuées dans le Golfe de Guinée de 2005 à 2007 dans le cadre de ce programme ont permis de disposer d'un très grand nombre de mesures de grande qualité, tant hydrologiques que courantométriques, de traceurs, de turbulence océanique et atmosphérique etc. (voir <http://www.brest.ird.fr/actualites/>) actuellement utilisées pour comprendre la forte variabilité saisonnière et interannuelle observées dans cette zone océanique et le rôle de l'océan dans celle de la mousson africaine. L'analyse détaillée des conditions océaniques et atmosphériques observées en 2005 et 2006 (Marin et al., 2009), qui ont été très différentes (Figure II.27) de même que la date du déclenchement de la mousson en Afrique de l'Ouest et des précipitations côtières et continentales (l'année 2005 au vu un upwelling intense et précoce dans le Golfe de Guinée, et la mousson fut alors également précoce, tandis qu'en 2006, l'upwelling équatorial s'est déclenché tardivement ainsi que la mousson ; Janicot et al., 2008 ; Lebel et al., 2009), a permis de montrer le rôle respectif du vent à l'échelle du bassin et du vent local.

- En effet, il a été clairement établi que les conditions du forçage à l'échelle du bassin, favorisant la remontée de la thermocline dans le centre et l'est du bassin en été boréal (eg. : Merle et al. 1980; Picaut 1983 ; Weingartner and Weisberg 1991) établissent ainsi un préconditionnement au déclenchement de la langue d'eau froide. En avril-mai 2005, les vents

dans l'ouest et le centre du bassin étaient beaucoup plus intenses qu'en 2006, favorisant ainsi une nette remontée de la thermocline dans l'est et dans el Golfe de Guinée, comme cela a été mesuré pendant les campagnes, notamment le long de 10°W.

- L'upwelling équatorial était donc plus intense en 2006, et la langue d'eau froide s'est ensuite installée sous l'effet de coups de vent locaux, observés avec une fréquence d'environ 15 jours, originaires de l'Atlantique Sud probablement sous l'influence de la variabilité de l'anticyclone de Sainte-Hélène (Figure II.28). Ces coups de vent locaux de sud-ouest dans le Golfe de Guinée sont apparus dès mi-mai en 2005, expliquant ainsi la présence d'eaux beaucoup plus froides en juin 2005 qu'en juin 2006.

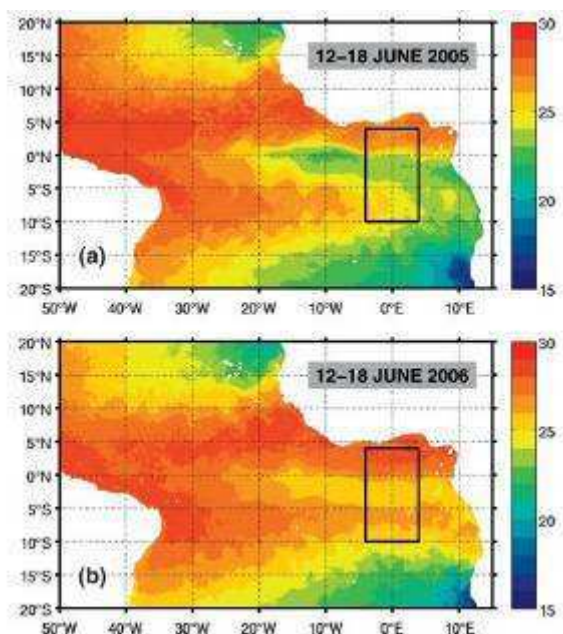


Figure II.27: Distributions de la température de surface de la mer -SST- obtenues dans l'Atlantique tropical par le projet OSI-SAF (voir <http://www.osi-saf.org/index.php>) du 12 au 18 juin 2005 (en haut) et 2006 (en bas), soit pendant les périodes des campagnes EGEE1 et EGEE3. Ces cartes montrent les fortes différences de SST (en °C) à un an d'intervalle dans le Golfe de Guinée (Figure 1 de Marin et al., 2009).

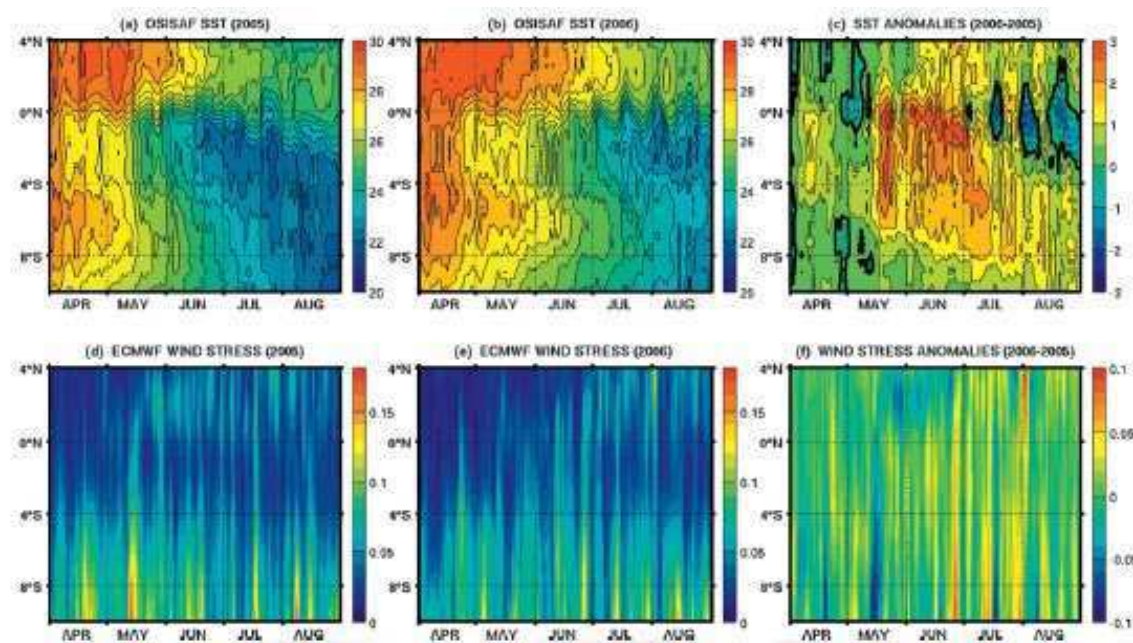


Figure II.28: Diagramme latitude-temps de la SST (en haut) et de l'amplitude du forçage du vent (en bas) moyennées dans la bande 4°W-4°E. De gauche à droite : année 2005, année 2006 et différence des deux années. Intervalles : 0.5°C pour la SST ; 0,01 N/m² pour le vent.

- La Mousson Africaine et le Golfe de Guinée :

Le programme EGEE et les résultats des campagnes océanographiques de ce programme ont été présentés dans des articles plus généraux afin d'illustrer l'importante mobilisation de la communauté scientifique dans le programme AMMA et des moyens mis en œuvre, notamment en 2006 pendant la période d'observation intensive de ce programme, pour mesurer l'ensemble des paramètres en jeu dans la dynamique de la mousson. En tant que responsable d'EGEE (voir chapitre suivant), j'ai donc contribué à plusieurs articles dans lesquels nous avons illustré le fort impact potentiel sur la mousson des conditions océaniques rencontrées dans le Golfe de Guinée qui ne sont pas résumés ici (Janicot, et al., 2008 ; Lebel et al., 2009 ; Lebel et al., 2010 ; Brandt et al., 2010).

De même, ayant coordonné l'ensemble des campagnes du programme EGEE, j'ai été associé à plusieurs articles portant sur l'analyse de certains jeux de données, dont 1) l'article Bourras et al. (2009) dans lequel les jeux de données de turbulence atmosphérique obtenus pendant la campagne EGEE 3 (mai-juillet 2006) ont permis de définir un nouveau terme correctif dans la paramétrisation des flux turbulents à l'aide d'une méthode statistique ; 2) l'article Rhein et al. (2010) dans lequel l'analyse des mesures des isotopes de l'hélium (^3He , ^4He) effectuées à partir de prélèvements d'eau de mer ont permis, de manière indirecte, d'estimer la vitesse verticale de l'upwelling équatorial et les flux de chaleur associés au sein de la couche de mélange dans le Golfe de Guinée.

- Contributions du programme PIRATA aux études climatiques en Atlantique tropical :

En tant que responsable de PIRATA en France et co-chairman du Comité Scientifique International de ce programme (voir chapitre suivant), j'ai été amené à diriger un article faisant une synthèse des progrès scientifiques apportés grâce aux mesures du réseau et des campagnes PIRATA, et ce tant en ce qui concerne la compréhension de la circulation océanique, des échanges air-mer et des flux, des simulations numériques océaniques et météorologiques et des prédictions climatiques à l'aide de modèles couplés, etc. L'élaboration de cet article (Bourlès et al., 2008) a été envisagée dès 2006 après une évaluation positive du programme par CLIVAR et OOPC, puis initiée en 2007, soit 10 ans après la mise en place de ce programme.

De même, une extension du réseau PIRATA avait été proposée par l'Afrique du Sud dans le cadre du BCLME, et une expérience test a été menée en 2006-2007 en mettant en place une nouvelle bouée ATLAS au large du Congo, ce grâce à l'assistance technique de l'IRD et de PIRATA France, lors de campagnes couplées PIRATA / EGEE. J'ai donc contribué à l'analyse des mesures de cette bouée qui a montré la présence d'intrusions d'eaux dessalées se déplaçant vers le Sud en provenance du Golfe de Guinée, et ce contre la direction du vent dominant. Cet article (Rouault et al., 2009) avait notamment pour but de montrer la pertinence d'ajouter une telle bouée dans cette région clé, se situant entre le Golfe de Guinée et le front d'Angola-Benguela.

III. COORDINATION SCIENTIFIQUE ET GESTION DE LA RECHERCHE

Dès le milieu des années 1990, j'ai contribué à l'élaboration de projets scientifiques développés par des équipes de l'ORSTOM puis de l'IRD, et notamment à une première version du projet national ECLAT (Etudes Climatiques en Atlantique Tropical 1996-2000, par Andrié et al. 1995), qui était une contribution au programme « CLIVAR-Atlantique tropical » et dans lequel étaient proposées les campagnes EQUALANT qui se sont déroulées en 1999 et 2000. En 1996, j'ai également contribué à élaborer un projet de continuation du programme ETAMBOT à partir de Cayenne, le projet SABORD (Proposition de projet post-Etambot « Sabord » -Série d'observations de l'Atlantique Bord Ouest dans la Région Demerara- ; 1996-1997-, par Bourlès, B. et al., 1996), qui n'a pas été retenu, notamment parce que les mesures acquises pendant ETAMBOT devaient d'abord être pleinement exploitées. J'ai également contribué avec Sabine Arnault à l'élaboration de deux projets (Arnault, S., et B. Bourlès, 1997 ; Arnault, et al., 1997) qui ont notamment permis de financer des sondes perdables XBT et XCTD, utilisées en 1999 et 2000 lors des campagnes EQUALANT, afin de valider les mesures altimétriques de TOPEX-POSEIDON et d'étudier la circulation superficielle en Atlantique tropical à partir de ces mesures.

Les paragraphes suivants sont dédiés à la présentation de mes activités dans le cadre de programmes ultérieurs (depuis 2000) dans lesquels je me suis plus particulièrement impliqué, à savoir PIRATA en tant que coordinateur depuis 2002 en remplacement de Jacques Servain, AMMA et surtout sa composante océanographique EGEE en tant qu'initiateur et coordinateur, CORIOLIS en tant que membre de son premier Groupe Science, et PROPAO en tant qu'initiateur et coordinateur.

III.a : le programme PIRATA

Le programme expérimental PIRATA (qui, à l'origine, signifiait « Pilot Research moored Array in the Tropical Atlantic » et dénommé depuis 2008 « Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic ») a été mis en place en 1997 dans l'océan Atlantique tropical (Servain et al., 1998). Il s'est développé dans le cadre du programme international CLIVAR (CLImatic VARIability and predictability) et implique des équipes scientifiques de trois pays : la France (IRD, maître d'œuvre des campagnes à la mer et coordination, Météo France, et avec la participation de l'IFREMER et du CNRS/INSU), le Brésil (DHN et INPE) et les USA (NOAA/PMEL et NOAA/AOML). De 1997 à 2005, PIRATA a permis la maintenance d'un réseau de 10 bouées de mesures météo-océaniques de type ATLAS (identiques à celles utilisées dans le Pacifique dans le cadre du programme TOGA ; voir <http://www.pmel.noaa.gov/tao/index.shtml>), dont la position géographique est adaptée pour l'étude et le suivi des modes de variabilité climatiques dominants (équatorial et méridien). Depuis 2005, le réseau PIRATA s'est développé. Dès 2005, trois bouées ATLAS ont été installées dans la région Sud-Ouest du bassin Atlantique Tropical au large de Brésil, prises en charge et maintenues par ce pays. Une extension Sud-Est, présentée par l'Afrique du Sud (Université de CapTown) a été soutenue financièrement pendant un an par le BCLME (Benguela Current Large Marine Environment), et une bouée a été déployée par l'IRD en juin 2006 et relevée en juin 2007. La NOAA/AOML (USA) a également proposé une extension du réseau dans la région Nord et Nord-Est du bassin tropical, portant sur 4 bouées, mises en œuvre en 2006 et 2007 (voir Figure III.1). Ainsi, depuis 2007 le réseau PIRATA regroupe 17 bouées ATLAS, et également deux mouillages courantométriques (à l'équateur, aux longitudes 23°W et 10°W), des stations météorologiques (à São Tomé, Fernando de Noronha et St Pierre St Paul) et un marégraphe (à São Tomé).

En France, PIRATA a obtenu le label d'ORE (Observatoire de Recherche pour l'Environnement) en janvier 2003. Je suis responsable en France de l'ORE PIRATA depuis 2002 en remplacement de Jacques Servain (IRD), initiateur du projet. La coordination de ce programme consiste en son animation scientifique, la rédaction de rapports pour son évaluation et de conventions (avec Météo-France) et surtout en l'organisation logistique des campagnes à la mer annuelles qui lui sont dédiées ainsi que d'autres missions de terrain annuelles à São Tomé. Je suis également membre du Groupe Scientifique International depuis 2001, dont je suis le co-chairman depuis 2004.

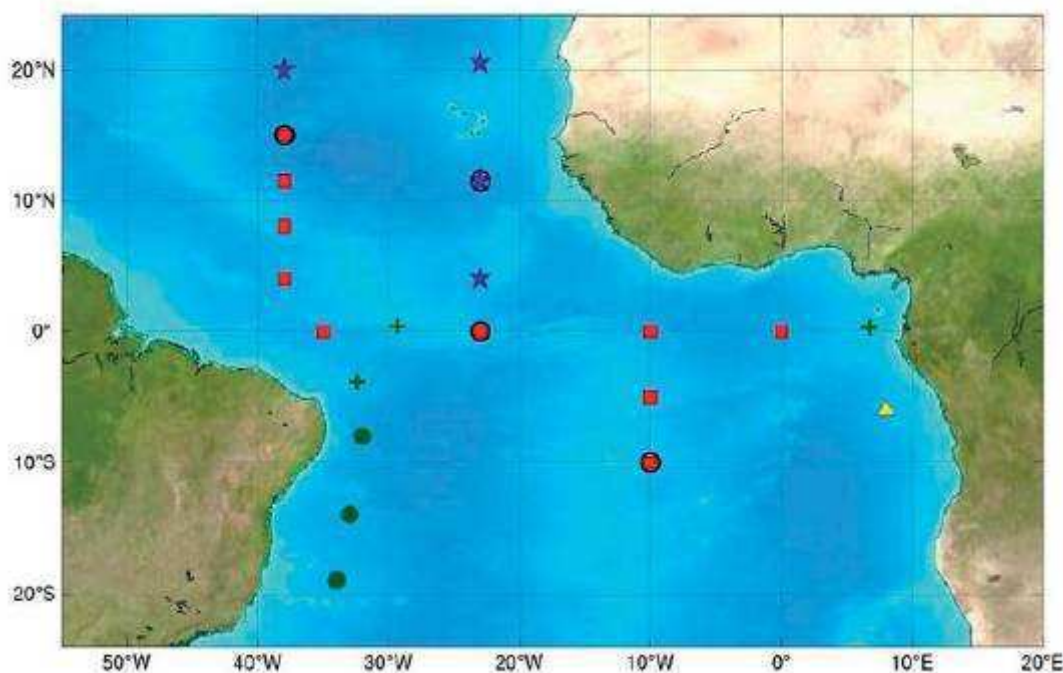


Figure III.1 : Réseau du programme PIRATA : les bouées ATLAS du réseau de base sont représentées par des carrés rouges. Les trois bouées ATLAS de l'extension Sud Ouest sont représentées par des cercles verts, et les quatre bouées ATLAS de l'extension Nord Est sont représentées par des étoiles bleues. L'extension Sud-Est, proposée par l'Afrique du Sud (site pilote), est représentée par un triangle jaune. Les croix vertes représentent les sites d'observations installés sur des îles (marégraphes et stations météorologiques). Les bouées ATLAS entourées d'un cercle noir sont équipées de baromètres et radiomètres ondes-longues. Deux mouillages courantométriques sont également maintenus à l'équateur aux longitudes 23°W et 10°W (PIRATA-France). (Figure 1 de Boulès et al., 2008).

Les principales questions scientifiques motivant le programme PIRATA sont (Servain et al., 1998 ; Boulès et al., 2008):

- 1) Quels sont les mécanismes de forçage et de couplage entre les composantes atmosphérique et océanique sur l'Atlantique tropical ? En particulier quels sont les mécanismes de contrôle de la température de surface de la mer (SST) ? Et quels sont les mécanismes de contrôle des flux de chaleur entre l'océan et l'atmosphère ?
- 2) Quelles sont les influences de ces flux de chaleur (et de quantités de mouvement : le vent) sur la variabilité (position, intensité) de la Zone InterTropicale de Convergence des Alizés (ITCZ), sur les systèmes convectifs du Golfe de Guinée (et sur la mousson de l'Afrique de l'Ouest) et de la région ouest du bassin (Amérique du Sud, Nordeste brésilien, Caraïbes...) ?
- 3) Quelle est la relation entre la variabilité de la SST et celle du contenu thermique en Atlantique tropical, et quelle est son influence sur les divers modes de variabilité de cette région ? Quel est en particulier le lien dynamique entre les zones nord et sud du mode de variabilité méridien de l'Atlantique et entre celui-ci et le mode équatorial ?

Une des tâches principales de PIRATA consiste à entretenir un réseau de 17 bouées ATLAS, dont 8 sont situées à l'ouest du bassin Atlantique tropical, sous la responsabilité du Brésil (5 de 1997 à 2005 et 8 depuis 2005, depuis la mise en place d'une extension Sud-Ouest), 4 sous la responsabilité des USA (depuis 2006, avec la mise en place d'une extension Nord-Est) et 5 au centre et à l'est du bassin, sous la responsabilité de la France (ces 5 bouées sont exactement situées à 23°W-0°N, 10°W-10°S, 10°W-6°S, 10°W-0°N et 0°E-0°N ; le maintien de la bouée à 23°W-0°N, située en plein centre de l'Atlantique Equatorial, demande plus de temps navire). PIRATA-France maintient également deux mouillages courantométriques (mesure des courants superficiels à l'aide d'un ADCP) à 23°W-0°N (dans le cadre de PIRATA international) et 10°W-0°N (dans le cadre d'EGEE/AMMA et de PIRATA-France, depuis juin 2006), ainsi qu'un marégraphe situé sur l'île de São Tomé (6°E-0°N). Ceci implique un remplacement annuel des bouées et des mouillages, et j'organise les campagnes à la mer indispensables pour ce maintien (dont dossiers annuels de demande, préparation et valorisation...), ce en étroite association avec l'US 191 IMAGO de l'IRD.

Une de mes préoccupations lors de l'organisation des campagnes est d'optimiser au mieux le temps navire en le validant le plus possible par l'acquisition de mesures in situ, autres que celles effectuées uniquement lors des remplacements des bouées aux sites PIRATA. Ainsi, dès que cela est possible, les campagnes PIRATA sont l'occasion d'effectuer des travaux dans le cadre de CORIOLIS (voir ci-dessous) et d'EGEE/AMMA. Ainsi, les campagnes PIRATA-FR15 de juin-juillet 2006 et PIRATA-FR17 de juin-juillet 2007 ont été couplées avec les campagnes EGEE (voir ci-dessus). Les rapports détaillés de ces campagnes sont mis à disposition via un site Internet PIRATA dédié, qui a été remis à jour en 2009 (<http://www.brest.ird.fr/pirata/>). Pour optimiser au mieux le temps navire mis à disposition pour les campagnes PIRATA, nous faisons systématiquement des profils thermiques XBT qui sont transmis via Argos quotidiennement pour CORIOLIS et MERCATOR, nous déployons si possible des profileurs (de type PROVOR ou APEX) pour le programme international ARGO, nous déployons des bouées dérivantes SVP fournies par la NOAA-AOML pour CLIVAR et le GDC/GOOS, et nous intervenons si nécessaire sur des instruments (mouillages) des partenaires impliqués dans PIRATA, AMMA ou TACE, quand ils sont situés dans la zone d'étude (exemple : récupération de sources acoustiques et de mouillages courantométriques pour l'IFM-GEOMAR le long de 10°W ; déploiement de mouillages courantométriques pour le RSMAS/Miami à 10°W et 0°E).

Au vu du caractère de plus en plus opérationnel du réseau PIRATA, et de la validation des campagnes notamment dans le cadre des projets opérationnels CORIOLIS et MERCATOR (voir également ci-dessous), une de mes préoccupations avant 2006 avait été de sensibiliser les responsables de ces programmes et des Commissions Nationales, chargées d'évaluer les demandes de campagnes et d'attribuer du temps navire, à la possibilité d'attribuer systématiquement un certain nombre de semaines par an de temps navire à l'océanographie opérationnelle. Dans le cadre de la réflexion sur la continuation du projet CORIOLIS/MERCATOR, PIRATA est désormais pris en considération dans les activités de CORIOLIS et, suite à la demande d'autres collègues responsables d'ORE ou de Systèmes d'Observations (SO) de l'INSU, les dossiers scientifiques pour les campagnes ne sont évalués que tous les 2 ans.

En tant que coordinateur de l'ORE PIRATA, je suis chargé de l'animation scientifique de ce programme en France. A ce titre, les réunions dédiées à PIRATA sont depuis 2006 associées aux réunions organisées en France dans le cadre du programme EGEE/AMMA, plusieurs scientifiques français impliqués dans ce dernier étant également concernés par PIRATA. En avril 2005, j'ai rédigé un rapport complet pour une nouvelle évaluation par l'INSU/CSOA du programme, qui a été évalué très positivement début 2006. Il est en effet

important de préciser ici le statut de PIRATA. Après une phase « pilote » de 1997 à 2001, qui consistait à vérifier la faisabilité du maintien d'un tel réseau de bouées en Atlantique Tropical pendant plusieurs années, le programme est passé à une phase de consolidation jusqu'à fin 2005, afin de pouvoir disposer d'un jeu de données suffisant pour en vérifier la nécessité scientifique. Un PIRATA Resources Board (PRB) a été constitué en 1999 pour répondre aux objectifs d'engagements (financiers, humains, moyens en navire, ...) de chacun des principaux instituts partenaires du Programme PIRATA. Un Memorandum of Understanding (MoU) a été signé officiellement en août 2001 par les représentants des divers partenaires. Ce MoU engage la responsabilité des divers instituts partenaires durant toute la phase de consolidation du programme PIRATA (2001-2006). Le devenir de PIRATA, qui vise à être pérennisé, et de sa future configuration a donc commencé à être décidé en 2006. Lors de la réunion du Comité Scientifique de Pirata qui s'est tenu en décembre 2004 à Fortaleza (Brésil) pendant le congrès PIRATA X, il a été décidé que le programme PIRATA devait être évalué dans son intégralité par les grands programmes internationaux qui le soutiennent (principalement CLIVAR et OOPC -Ocean Observations Panel for Climate-) avant de définir un nouveau texte scientifique et contractuel (un nouveau Memorandum of Understanding) définissant la future configuration du réseau PIRATA et des règles permettant de le maintenir en état. J'ai été chargé lors du meeting annuel PIRATA d'octobre 2005, en tant que co-chairman du PIRATA SSG (International Scientific Steering Group), de coordonner la rédaction d'un texte synthétisant toutes les actions menées par PIRATA et ses intérêts pour la communauté scientifique internationale (document de synthèse et de perspectives). J'ai finalisé ce document en avril 2006, qui a été diffusé aux responsables des Comités Internationaux CLIVAR et OOPC, ainsi qu'à tous les membres des PIRATA SSG et PRB (Bourlès, B. et al., 2006). Le programme PIRATA a ainsi été évalué par CLIVAR et OOPC qui ont fourni une évaluation très positive, ce qui était indispensable pour la bonne continuation de ce programme au-delà de 2008. Le MoU avait été prolongé dans son état jusqu'en février 2008. Suite à cette évaluation internationale, le PIRATA SSC a décidé, lors du meeting annuel PIRATA de décembre 2006 organisé à Miami de rédiger un article synthétique dans une revue scientifique de renom, comme cela avait été fait suite au lancement du programme dans la revue *Bulletin of the American Meteorological Society* (Servain et al., 1998). J'ai donc coordonné la rédaction de cet article, paru en 2008 dans la même revue (Bourlès et al., 2008, voir chapitre précédent). Comme le PIRATA SSG devait également contribuer à la remise à jour du MoU PIRATA, j'ai organisé une réunion du PIRATA SSG à Brest en février 2007 pour convenir des termes du futur MoU. Le programme n'étant plus dans une phase « pilote », le PIRATA SSG a proposé en 2008 de modifier le nom du programme en « Prediction and Research moored Array in the Tropical Atlantic ».

PIRATA est également en phase d'extension. Une extension Sud-Est, proposée par l'Afrique du Sud qui consiste à déployer une ou deux bouées supplémentaires dans le Sud du Golfe de Guinée, avait été évaluée et acceptée en 2005. Au vu des moyens navals de ce pays et du coût du temps navire, et de la région proposée pour déployer une nouvelle bouée ATLAS, j'ai proposé que cette extension soit mise en place par la France pendant une des campagnes PIRATA, qui ont lieu principalement dans le Golfe de Guinée. De fait, cela a été effectué pendant la PIRATA FR15/EGEE 3 en 2006, pendant laquelle une nouvelle bouée à 8°E-6°S a été déployée, pour une période test d'un an (voir Rouault et al., 2009). Elle a été relevée pendant la campagne PIRATA FR17 / EGEE 5 en 2007. Si cette extension est pérennisée, j'ai proposé que l'ORE PIRATA continue à l'avenir à maintenir ce site.

Enfin, le soutien financier de l'ORE PIRATA s'effectue principalement par une convention entre l'IRD et Météo-France renouvelable tous les 4 ans. Cette convention étant arrivée à terme en 2008, j'ai évalué les besoins financiers du programme et transmis aux responsables concernés, membres français du PIRATA Resources Board (alors Pierre Soler,

DME/IRD et Joel Poitevin, Météo-France) un document d'actualisation des besoins de l'ORE. Au vu des augmentations des coûts (transports, missions, matériels, etc) et de la prise en charge d'une station météorologique à São Tomé, mise en place dans le cadre d'EGEE en octobre 2003, il était indispensable de réactualiser le budget de PIRATA pour pouvoir continuer à maintenir ce réseau, et la contribution de Météo-France a été augmentée en conséquence (passant de 22k€ à 40k€ depuis fin 2008). En tant que co-responsable scientifique de cette convention, je fournis également un dossier annuel de suivi.

Enfin, l'ORE PIRATA est devenu SOERE en 2010 après une évaluation très positive de cet observatoire par le CIOE, dont le bilan a été jugé « excellent » (au vu d'un document que j'ai rédigé en septembre 2009). Les projets d'extension (prise en compte de mesures de CO2 sur une des bouées ATLAS, de la maintenance de marégraphes sur la côte ouest africaine, et de temps navire pour l'éventuelle maintenance de l'extension Sud-Est) sont actuellement en attente d'évaluation par le CIOE.

III.b : le programme EGEE, composante d'AMMA

Suite aux résultats de la campagne EQUALANT 2000 montrant notamment la disparition du Sous Courant Equatorial en été boréal au fond du Golfe de Guinée, et en raison des opportunités de campagnes océanographiques annuelles dans cette région organisées par l'IRD pour remplacer les bouées ATLAS du réseau PIRATA, il m'est apparu nécessaire de développer un programme pour obtenir des mesures dans les régions du bassin Atlantique tropical Central et Est, encore trop peu documentées et peu connues, malgré les travaux précurseurs des océanographes de l'ORSTOM dans les années 1970-1980. Ces mesures devraient notamment permettre d'accéder à une meilleure connaissance du devenir vers l'Est des courants zonaux et des échanges entre les gyres équatoriale et tropicales, indispensable dans le cadre de la compréhension du transport méridien de chaleur à grande échelle. Ces campagnes devaient se faire de manière répétitive sur plusieurs années afin d'appréhender les processus responsables de la variabilité observée dans les couches supérieures, et étroitement reliée à la variabilité climatique constatée dans les régions avoisinantes, notamment en Afrique de l'Ouest. Le maintien du réseau de bouées ATLAS du programme PIRATA (voir chapitre précédent) dans la partie centrale et Est du bassin Atlantique tropical sous la responsabilité de l'IRD, m'a convaincu qu'il fallait profiter de cette opportunité pour effectuer régulièrement ce type de mesures. J'ai donc commencé la rédaction du projet EGEE (Etude de la circulation océanique et de sa variabilité dans le Golfe de Guinée) fin 2000. Ce projet a été présenté à plusieurs reprises en 2000 et 2001, notamment dans le cadre de congrès CLIVAR-Atlantique et PIRATA, et surtout lors de la réunion préparatoire au programme «Mousson Africaine» en avril 2001 à Toulouse. Ainsi, le projet EGEE est progressivement devenu le volet océanographique de ce programme «Mousson Africaine». Je suis devenu dès 2001 membre du comité de coordination du programme "Mousson Africaine et ses différentes composantes", ou CCMA -Comité de Coordination Mousson Africaine-, coordonné par Jean-Luc Redelsperger (Météo-France). Le projet EGEE a été soumis aux PATOM et PNEDC en 2001 et en 2002, pour financement effectif en 2002 et 2003 (Bourlès, projet PNEDC 2002-2005, 2001 ; Bourlès, projet PATOM et PNEDC 2003-2006, mars 2002). En 2004, suite aux recommandations de la Commission Spécialisée "Océan Atmosphère" (CSOA) et à la décision de l'INSU de créer un Grand Programme National AMMA (l'« Action Programmée Inter-organismes » ou API AMMA), et après avoir renforcé un indispensable volet scientifique «échanges océan-atmosphère» avec Guy Caniaux (CNRM, Météo-France), EGEE a donc été soumis à ce programme AMMA (Bourlès et Caniaux, 2004). Depuis 2004, EGEE constitue également une contribution au programme AMMA-Europe (AMMA-EU), dans lequel le volet océan est coordonné par P.Brandt (IFM-GEOMAR, Kiel/Allemagne). Au niveau AMMA-international,

j'ai coordonné les actions océanographiques « de terrain », en collaboration avec R.L.Molinari puis R.Lumpkin (NOAA/AOML) et P.Brandt (IFM-GEOMAR), et étais responsable du « Task Team » n°6 (Ocean and Air-Sea Fluxes) d'AMMA, pour lequel j'ai rédigé un document dès 2004 remis régulièrement à jour jusqu'en 2008, après les dernières expériences de mesures (étendues de 2005 à 2007, et intensives de 2006). Le programme EGEE constitue aussi un des volets du projet international « Tropical Atlantic Climate Experiment » (TACE, 2007-2011), dans le cadre de CLIVAR, auquel j'ai également contribué à la rédaction (Schott et al., 2003).

Les objectifs scientifiques du programme EGEE/AMMA concernent essentiellement l'étude la variabilité dans les couches supérieures de l'Atlantique Est Tropical, plus précisément dans le Golfe de Guinée. EGEE accorde une importance particulière aux échanges à l'interface océan-atmosphère, via l'exploitation conjointe de mesures *in situ* et satellitales et de résultats de modèles numériques, et également à la circulation océanique de sub-surface qui conditionne en grande partie l'évolution des couches de surface. Les travaux qui étaient prévus dans le cadre d'EGEE/AMMA peuvent se résumer comme suit : 1) Réalisations de campagnes océanographiques (six campagnes EGEE ont été réalisées en 2005, 2006 et 2007); 2) Obtention de mesures de flux et échanges à l'interface océan-atmosphère (notamment pendant la campagne EGEE 3 de mai-juillet 2006); 3) Extension vers l'Est du Golfe de Guinée des mesures météorologiques disponibles le long de l'équateur via le réseau PIRATA, par l'implantation d'une station météorologique à l'île de São Tomé (0°N-6°E), réalisée en octobre 2003; 4) Description et l'interprétation détaillées des mesures d'hydrologie, de courantométrie et de traceurs (nutritifs) effectuées lors des campagnes océanographiques. Ces analyses contribuent à mieux comprendre les processus océaniques responsables de la variabilité de la couche de mélange et de la SST, et particulièrement les mécanismes responsables des upwellings (voir chapitre II). Ce programme s'appuie aussi sur les résultats de modèles numériques, validés à l'aide des mesures *in situ* recueillies afin de déterminer les paramètres et les processus responsables des disparités entre résultats numériques et observations et d'améliorer en conséquence les simulations.

Mes activités dans le cadre de la coordination d'EGEE/AMMA peuvent se diviser en 2 parties, qui sont 1) la coordination des opérations de terrain, 2) la coordination d'AMMA et d'EGEE de par mon action et mes responsabilités au sein des différents comités scientifiques AMMA et l'organisation de congrès.

1) Coordination des opérations de terrain :

a) Campagnes à la mer : Le programme EGEE comporte différentes actions pour obtenir des mesures *in situ*, et notamment des campagnes en mer. En tant que coordinateur du programme, cela implique pour chaque campagne de soumettre un dossier scientifique de demande de campagne, un dossier technique de préparation de campagne, un dossier technique de fin de campagne et des rapports de valorisation de campagnes (voir <http://www.ifremer.fr/flotte/Commission%20flotte/>). Suite à une évaluation positive des dossiers de demande par la Commission nationale OPCB en 2004, l'attribution de temps navire pour les campagnes EGEE prévues à partir de 2005 a été décidée par la Commission « Flotte » de l'Ifremer. La fin de l'année 2004 et les quatre premiers mois de 2005 ont donc été en grande partie dédiés à la préparation matérielle des campagnes EGEE, et ce en étroite collaboration avec l'US 191 IMAGO "Instrumentation, Moyens Analytiques, Observatoires en Géophysique et Océanographie" de l'IRD (coll. Yves Gouriou). Les années 2005 et 2006 ont vu la réalisation des quatre premières campagnes, et surtout l'organisation de la campagne EGEE 3 (Figure III.2), de loin la plus importante du programme, qui a eu lieu du 24 mai au 6 juillet 2006 à bord du N/O L'ATALANTE avec 30 scientifiques à bord. Elle a nécessité une réunion préparatoire à Brest fin mars 2006 avec la plupart des équipes impliquées, françaises (CNRM,

LEGOS, LOS/CERSAT de l'IFREMER, et LOCEAN) et allemandes (P.Brandt et M.Dengler de l'IFM-GEOMAR), afin de finaliser l'organisation de la campagne EGEE 3. Cette campagne a été réalisée simultanément à deux campagnes océanographiques réalisées par nos partenaires des USA (campagne RON BROWN; resp. R.Lumpkin) et d'Allemagne (campagne METEOR 68/2; resp. P.Brandt). Ces trois campagnes ont été réalisées en étroite association dans le cadre d'AMMA, mais aussi de PIRATA et de CLIVAR/TACE, avec des actions coordonnées (voir <http://www.brest.ird.fr/actualites/>). La préparation logistique d'EGEE 3 a été relativement complexe de par le nombre d'équipes et d'expériences scientifiques prévues à bord et donc de par la quantité de matériel à faire parvenir à Cotonou/Bénin sous notre responsabilité. Avec la contribution essentielle de l'US 191 IMAGO de l'IRD, nous avons donc supervisé l'expédition de 6 conteneurs (3 de Météo-France, 1 de la NOAA pour PIRATA et 2 de l'IRD-Brest) et de divers matériel en provenance des USA et d'Allemagne.

Les campagnes suivantes (EGEE-4 à EGEE-6) ont été réalisées avec le N/O L'ANTEA de l'IRD, celui-ci ayant pu être remis en état après de nombreuses années d'immobilisation... Au vu du nombre restreint de scientifiques pouvant être embarqués et de la place limitée pour le matériel à bord, les plans de campagne ont dû être revus en partie. Il a fallu gérer divers problèmes (retard d'acheminement du matériel, manque de place au port de Cotonou...) auxquels il a fallu faire face et changer en conséquence les plans de campagnes, souvent à la dernière minute. Avant chaque campagne, j'étais à Cotonou pour leur préparation logistique afin d'accélérer les processus administratifs (accès au port, dédouanement du matériel, etc.). La dernière campagne EGEE 6 a également permis d'effectuer des travaux dans le cadre de TACE/CLIVAR avec des collaborateurs du RSMAS/Miami pour déployer des mouillages courantométriques à 0°E et 10°W près de l'équateur. Enfin, les campagnes EGEE nécessitent de faire des demandes d'autorisation de travail dans les zones économiques exclusives des pays au large desquels nous souhaitons travailler (Nigéria, Bénin, Togo, Ghana, Côte d'Ivoire, Congo, Gabon, São Tomé et Príncipe, Guinée Equatoriale), et j'ai donc dû soumettre avant chaque campagne plusieurs dossiers de demande, qui transitent via l'Ifremer et les services concernés des ambassades (dossiers à expédier 6 mois avant les campagnes). Des collègues de certains pays de la région m'ont souvent aidé à obtenir in extremis ces autorisations, sans lesquelles les campagnes ne pourraient se faire dans leur intégralité.

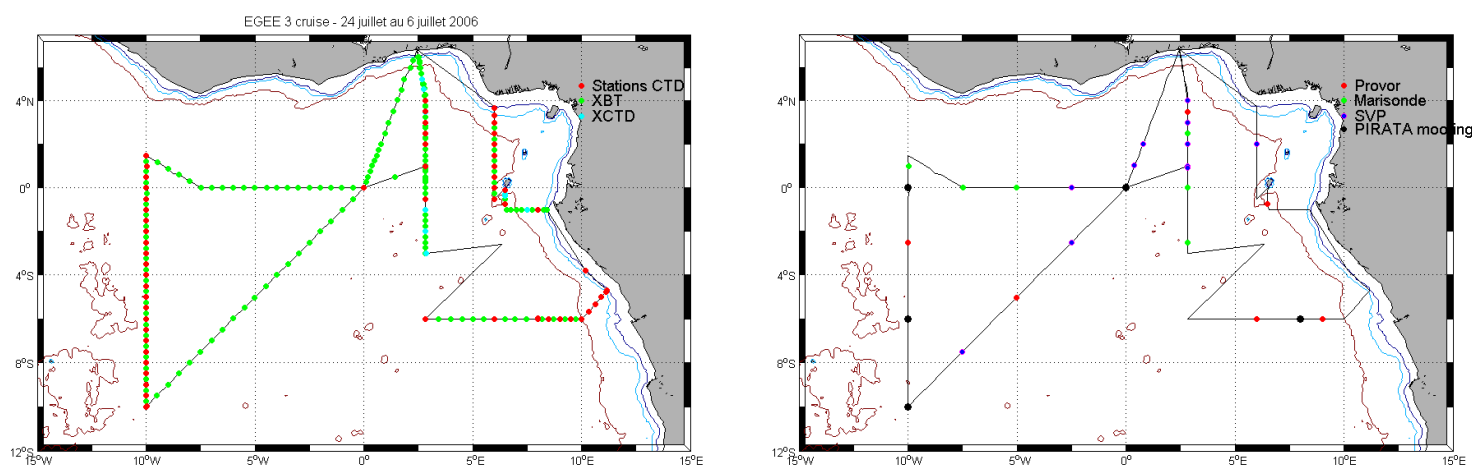


Figure III.2 : Plan de la campagne EGEE 3 (24 mai – 6 juillet 2006) effectuée avec le N/O ATALANTE.

- à gauche : les positions des profils CTD-LADCP sont représentées par des points rouges, les profils thermiques XBT et thermohalins XCTD par des points verts et bleus respectivement.
- à droite : les positions des bouées ATLAS du réseau PIRATA sont représentées par des points noirs, et les déploiements de profileurs ARGO (Provor) par des points rouges, de marisondes par des points verts et bouées dérivantes de surface SVP par des points bleus.

b) Suivi de la station météorologique de São Tomé. Dans le cadre d'EGEE, une station météorologique a été installée en octobre 2003 à São Tomé, où est déjà implanté un marégraphe entretenu par l'IRD, afin d'étendre vers l'Est le réseau de mesures atmosphériques déjà en place avec PIRATA le long de l'équateur. Une mission sur place est nécessaire tous les ans afin de changer des capteurs et les batteries, vérifier l'état général... En 2005, un capteur de température de surface de la mer a été ajouté à proximité de la station. Ses mesures permettent une meilleure estimation des flux calculés à partir des mesures de la station. Une ONG sur place, avec laquelle une convention a été établie, assure l'entretien régulier de cette station (une convention avait déjà été établie entre le LEGOS et cette ONG pour le maintien du marégraphe). Le suivi des mesures de la station, reçues en temps réel via le système Argos, est assuré en partie au Centre IRD de Bretagne et par le LEGOS à Toulouse.

c) Développement d'un réseau de mesures côtières le long de la façade nord du Golfe de Guinée : Une des motivations d'EGEE étant aussi l'étude des upwellings côtiers et de leur influence potentielle sur le flux de mousson, j'ai souhaité dans le cadre d'EGEE développer un réseau de mesures côtières de la température de la mer à l'aide de thermomètres autonomes de type ONSET (mesures automatiques régulières, avec une grande autonomie). Dès 2002, des thermomètres ont été acquis dans le cadre du programme, et des mesures ont été commencées à Abidjan (Côte d'Ivoire), mais les événements de ce pays ont dû interrompre la maintenance des thermomètres. Nous avons profité d'être à Cotonou en 2005 lors des campagnes EGEE pour développer un partenariat avec le Centre de Recherches Hydrologiques et Océanographiques du Bénin (CRHOB) et installer au port de Cotonou une station automatique de mesure de température de la mer. Cette station a été installée en juillet 2005 et est entretenue sur place par le personnel du CRHOB (voir aussi chapitre suivant). Un thermomètre a également été installé en octobre 2006 au Togo, à Kpémé, sous la responsabilité des partenaires de l'Université de Lomé. Ces aspects sont repris en détail plus loin lors de l'exposé des mes activités dans le cadre du programme PROPAO.

2) Coordination et congrès:

En plus de ma participation à la plupart des réunions des comités scientifiques nationaux (CCMA) ou internationaux (International Scientific Steering Committee – ISSC -), j'ai été amené en mai 2004 à être chargé de l'organisation d'une des réunions biannuelles du CCMA (20 personnes) pendant 3 jours à Brest, et à mener une session dédiée à l'océan et les flux air-mer lors du 1^{er} meeting AMMA organisé à Dijon en septembre 2004.

J'ai été co-organisateur du 1^{er} congrès international AMMA (co-chair, avec Mr Peter Lamb, USA, et Jim McQuaid, GB, du Comité International d'Organisation), organisé à Dakar du 28 novembre au 2 décembre 2005. Pour ce congrès, j'ai obtenu 10k€ de la Délégation à l'information et à la communication (DIC) de l'IRD et'ai assuré une partie de la coordination de l'organisation du congrès, et ce en étroite relation avec le Project Office d'AMMA, la représentation IRD de Dakar et les partenaires scientifiques du Sénégal. J'ai effectué des démarches pour obtenir d'autres financements (notamment auprès du Comité Océanographique Internationale -COI-) pour les missions de collègues africains dont la venue à Dakar me paraissait indispensable. Grâce à ces différents financements plus d'une vingtaine de scientifiques africains, dont une dizaine d'océanographes, ont pu participer à ce congrès. Ce dernier, initialement prévu pour 100 à 150 personnes, a vu près de 220 scientifiques présents. Pendant ce congrès, j'étais également responsable des sessions dédiées aux études océan et interface air-mer et ai organisé deux réunions spécifiques pour faire se rencontrer les océanographes africains présents et concernés par AMMA afin de tenter de coordonner des travaux au niveau régional dans le cadre d'EGEE (voir plus loin).

Le programme océanographique EGEE-AMMA concerne plus d'une vingtaine de scientifiques en France et de nombreux collaborateurs, ainsi que d'une dizaine d'ingénieurs-techniciens, travaillant sur les aspects océaniques et des échanges air-mer à l'interface. Afin de réunir régulièrement cette communauté pour faire le point, informer et notamment définir des priorités sur les tâches à accomplir, j'ai organisé ou co-organisé plusieurs réunions de coordination. En mars 2006, au Centre IRD de Brest, une première réunion a été dédiée essentiellement aux préparations et à la coordination des actions de terrain (campagnes en mer), pendant lesquelles ont participé quelques uns de nos partenaires des USA et d'Allemagne, invités dans le cadre d'AMMA-International et de CLIVAR. En novembre 2006 à Toulouse, j'ai organisé avec Guy Caniaux une session « océan, interaction océan-atmosphère » lors du colloque international AMMA. En avril 2007 à Paris, j'ai organisé avec Serge Janicot (IRD/LOCEAN, également responsable au sein d'AMMA-IP et d'AMMA-EU) et Guy Caniaux une réunion afin de réunir des collègues des deux Groupes concernés par les études océanographiques au sein d'AMMA-France (WP1.1, coordonné par S.Janicot, et WP2.2, coordonné par moi-même et Guy Caniaux), travaillant sur des échelles spatio-temporelles a priori différentes (échelles plus « climatiques » pour le WP1.1, et échelles plus « méso » pour le WP2.2), et afin de faire le point sur les activités scientifiques communes éventuelles. Cette réunion a permis de clarifier certains points, notamment sur les études numériques et celles portant sur la couche de mélange en Atlantique Tropical.

Lors du 2nd congrès international AMMA organisé à Karlsruhe (Allemagne) du 26 au 30 novembre 2007, j'ai été à l'initiative de réunir des océanographes de différents programmes ayant des thématiques prioritaires communes, à savoir AMMA-Océan (EGEE en France), PIRATA et TACE/CLIVAR, au cours de sessions parallèles dédiées à l'océan Atlantique tropical. Ces sessions, dont j'étais un des membres du Comité Scientifique, ont réuni 60 participants et furent une réussite d'un point de vue scientifique. Il a aussi été l'occasion d'inviter plus de 10 océanographes africains dans le cadre d'EGEE et de PROPAO. J'ai renouvelé cette initiative lors de la réunion annuelle du Comité Scientifique International PIRATA en février 2009 à Toulouse, en organisant un meeting international « Atlantic Tropical » avec les partenaires des programmes PIRATA, TACE/CLIVAR et AMMA-Ocean et de représentants de Centres de Prévision Climatique. Ce dernier meeting a réuni plus de 70 scientifiques et a permis de définir des recommandations importantes en ce qui concerne i) les observations à privilégier pour les études de processus et la validation des modèles et ii) pour les expériences numériques à réaliser en vue de voir comment améliorer la représentativité des modèles couplés quant aux prévisions saisonnières (voir le site internet dédié: <http://www.legos.obs-mip.fr/en/observations/pirata/meeting/2009/programme>). J'ai ensuite rédigé les conclusions de ce meeting qui ont été largement diffusées au sein de la communauté AMMA, PIRATA et CLIVAR.

J'ai également été membre du Comité Scientifique du 3^{ème} congrès international AMMA organisé à Ouagadougou (Burkina Faso) du 20 au 24 juillet 2009, et du Comité d'attribution des bourses pour les partenaires africains. Ce dernier congrès international AMMA, dernier du programme dans sa première phrase, a accueilli près de 500 scientifiques et une session parallèle a été dédiée à l'océan et aux échanges océan-atmosphère.

Certaines conclusions du programme AMMA mettent clairement en évidence le rôle fondamental de l'océan Atlantique et du Golfe de Guinée dans le déclenchement et l'intensité de la Mousson Africaine, ce qui n'était pas forcément une évidence au début du programme pour la plupart des collègues d'AMMA travaillant sur d'autres thématiques scientifiques... Une des priorités dans les années à venir est de corriger les biais chauds simulés dans l'Est de l'Atlantique Tropical par les modèles numériques à partir du printemps boréal, et donc de comprendre les processus responsables de ces biais, qui peuvent provenir des forçages et de la

paramétrisation de certains processus turbulents et de mélange au sein de l'océan. De nombreuses études numériques commencent à porter sur ce point, ainsi que sur les processus aux échelles intra-saisonnières (voir notamment l'AMMA Newsletter n°9 d'octobre 2009 et le compte-rendu du 3^{ème} congrès international sur le site <http://www.amma-international.org/>). Ces priorités sont clairement mentionnées dans le nouveau Plan Scientifique International d'AMMA (AMMA IPS2) auquel j'ai contribué, ouvrage coordonné par Redelsperger et al., et envoyé en mars 2010 au nouveau AMMA International Governing Board (IGB).

III.c : le programme CORIOLIS

CORIOLIS constitue la composante française au programme international ARGO. J'ai été membre du Groupe Science de ce programme de sa création en 2002 à juin 2007 (affectation au Bénin) et contribue à coordonner les opportunités de mise à l'eau de profileurs dans l'Atlantique Tropical et Equatorial et à favoriser toutes les mesures (notamment profils thermiques à l'aide d'XBT ou de CTD, courant à l'aide d'ADCP...) pouvant permettre de répondre aux priorités de CORIOLIS (fournir des données in situ en temps réel pour MERCATOR) lors des campagnes EGEE/AMMA et PIRATA. Suite aux évaluations positives du GMMC à mes réponses aux appels d'offre de 2004 et 2005, j'ai disposé d'un financement dédié à l'achat de sondes XBT et surtout de 30 profileurs PROVOR (20 en 2005 et 10 en 2006). Ainsi, sur l'ensemble des campagnes PIRATA et EGEE de 2005 et 2006, un total de 24 déploiements de profileurs pour ARGO (les USA ont également fourni des profileurs de type SOLO) et plus de 600 profils thermiques avec des sondes XBT (financées en grande partie par EGEE/AMMA) ont pu être effectués sur l'ensemble du Golfe de Guinée et de l'Atlantique est-équatorial. A noter qu'une contribution notable et importante pour CORIOLIS et MERCATOR est la transmission en temps quasi-réel de certaines mesures réalisées en mer. De fait, tous les profils XBT, ainsi que tous les profils hydrologiques réalisés pendant les stations à l'aide d'une sonde CTD-O2, sont transmis en temps quasi-réel via le système Argos à partir du navire. Ces données peuvent ainsi être utilisées en temps réel pour les modèles numériques de prévision utilisés en mode opérationnel, et ce notamment dans le cadre du projet MERCATOR. A noter également que lors des campagnes, nous sommes en contact régulier avec le groupe MERCATOR qui nous envoie régulièrement les résultats des simulations numériques tandis que nous leur envoyons les mesures in situ, permettant ainsi des comparaisons quasi-simultanées permettant 1) pour MERCATOR une validation en temps réel des simulations et des prévisions et 2) pour les scientifiques pendant les campagnes i) une aide pour la résolution horizontale des profils dans les zones de forts gradients (ex. : fronts thermiques), et ii) une aide pour estimer les courants de surface et les routes à parcourir pendant les transits.

Concernant les mesures des profileurs ARGO (PROVOR de l'IFREMER), des analyses de validation de profils obtenus par ces profileurs ont été réalisées (coll. : Elodie Kesternare et Rémy Chuchla, LEGOS/Toulouse, Yves Gouriou -IRD, US191/Brest-), en étroite collaboration avec le groupe CORIOLIS et le SISMER de l'Ifremer (coll. : Christine Coatanoan), et ce en conformité avec les engagements établis avec CORIOLIS lors de l'attribution de profileurs à un programme. Dans le cadre des objectifs prioritaires du programme EGEE, des études sont actuellement menées en collaboration avec les collègues du CNRM de Météo-France afin d'établir un bilan énergétique de la couche de mélange, pour lesquelles tous les profils hydrologiques obtenus à partir de profileurs PROVOR sont utilisés. Ce thème constitue un des volets prioritaires du programme EGEE. Afin de disposer de profils hydrologiques suffisamment profonds nécessaires pour les procédures de validation des mesures des profileurs ARGO (qui fournissent des profils thermohalins de la surface à

2000m tous les 10 jours), nous effectuons le plus souvent possible des profils CTD de la surface à 2000m de profondeur pendant les campagnes EGEE et PIRATA, et ce depuis 2006.

Enfin, la campagne PIRATA FR19 de 2009 a permis le déploiement de 4 profileurs PROVOR et la campagne PIRATA FR20 programmée en septembre-octobre 2010 permettra également le déploiement de 10 profileurs APEX, pour laquelle CORIOLIS a également mis à disposition 84 sondes XBT.

III.d : le programme PROPAO

Pour répondre aux objectifs du programme AMMA, dont l'implication de chercheurs africains et leur formation est une priorité, concrétisée notamment par l'aide apportée pour la constitution du réseau AMMA-Afrique, et aux priorités de l'IRD d'une recherche pour le développement, l'implication des chercheurs africains dans le cadre des programmes mentionnés ci-dessus est non seulement nécessaire mais indispensable et le programme AMMA/EGEE se devait d'être un moteur pour impliquer ces chercheurs dans cette dynamique. J'ai en ce sens rédigé fin 2005 un projet dans le cadre du programme EGEE. Une des buts principaux de ce projet était de créer une dynamique régionale (pays côtiers concernés par les impacts de la mousson et de sa variabilité) afin de finaliser un projet scientifique commun avec des partenaires de la sous-région, pouvant être réalisé dans le cadre d'AMMA/EGEE et de programmes nationaux, régionaux et internationaux associés, tels les programmes CCLME (« Canary Current Large Marine Ecosystem ») et GCLME (« Guinea Current Large Marine Ecosystem »), ainsi que le programme ODINAFRICA (« Ocean Data and Information Network for Africa »), mené sous l'égide de la « Commission Océanographique Intergouvernementale COI » de l'UNESCO. Le but est que les partenaires puissent travailler de façon commune et en symbiose avec les programmes internationaux, et ainsi acquérir une reconnaissance internationale qui pourra leur permettre d'influer sur les choix scientifiques et sociétaux prioritaires de leur région. AMMA est de fait une opportunité unique d'aider à l'émergence d'un pôle scientifique régional en océanographie. Le 1er congrès international AMMA, organisé à Dakar en décembre 2005, ainsi que la réunion internationale sur la SOP d'AMMA de Toulouse en novembre 2006, ont donné l'occasion de regrouper des partenaires océanographes de différents pays d'Afrique de l'Ouest et ont permis i) d'énoncer les principales préoccupations scientifiques de ces pays, et ii) de réfléchir sur les potentialités d'un effort commun en océanographie dans le cadre d'AMMA. 10 scientifiques d'Afrique de l'Ouest étaient présents, du Nigeria, du Bénin, du Togo, de Côte d'Ivoire et du Sénégal. Ensuite, des chercheurs du Ghana ont souhaité s'impliquer dans le projet. *A noter également de lors de chaque campagne des programmes EQUALANT, PIRATA, et EGEE/AMMA, des chercheurs africains sont invités à participer...* une trentaine de chercheurs africains de différents pays ont ainsi pu contribuer aux campagnes EGEE et PIRATA ces quatre dernières années. Fin 2005, une ébauche de projet a été proposée au LEGOS et soutenue par l'IRD via le DME. Suite à ce soutien de principe, j'ai alors rédigé en mars 2006 un document type sur un inventaire des données disponibles dans les pays d'Afrique de l'Ouest potentiellement impliqués, dans lequel chaque pays a ajouté sa contribution, et ce document a été finalisé fin 2006, à la suite de la réunion AMMA de Toulouse. En janvier 2007 a eu lieu l'atelier de lancement du Fonds de Solidarité Prioritaire (FSP)-RIIECSA (Recherches Interdisciplinaires et Participatives sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés en Afrique de l'ouest), porté par l'AIIRD, à Bamako (Mali). Une partie des thèmes de ce FSP était dédiée à la continuité et consolidation des actions d'observation en Afrique de l'Ouest initiées dans le cadre d'AMMA, et le projet y a été présenté, perçu très positivement. Suite à cela, j'ai finalisé la rédaction du projet Programme régional d'océanographie physique en Afrique de l'Ouest (PROPAO) qui a été

soumis en réponse à l'appel d'offre du FSP-RIPIECISA en avril 2007. Ce projet a été accepté et soutenu à raison de 123k€ pour 3 ans, de juin 2007 à 2010.

Ce programme a donc été établi en partenariat avec :

- le Centre de Recherche Halieutiques et Océanologiques du Bénin (CRHOB, Cotonou/Bénin), et Mr Roger Djiman, son directeur, en est le coordinateur principal ;
- le Nigerian Institute for Oceanography and Marine Research (NIOMR, Lagos/Nigeria);
- le Centre de Gestion Intégrée du Littoral et de l'Environnement (CGILE, Université de Lomé/Togo) ;
- le Centre de Recherches Océanographiques (CRO, Abidjan/Côte d'Ivoire) ;
- le Laboratoire de Physique de l'Atmosphère et de Mécaniques des Fluides (LAPA-MF; Université de Cocody, Abidjan/Côte d'Ivoire) ;
- le Department of Oceanography & Fisheries (DOF; University of Ghana, Legon/Ghana).

C'est principalement dans le cadre de ce programme que je suis en affectation à Cotonou au Bénin, au CRHOB, depuis août 2007.

Le programme PROPAO que j'ai donc initié pour les partenaires d'Afrique de l'Ouest consiste principalement à: a) Etablir un inventaire et une banque de données à partir des mesures disponibles dans les pays partenaires ; b) Définir des projets scientifiques concernant les pays côtiers, notamment sur l'étude de l'upwelling côtier, dans le cadre de trois thématiques principales: i) Analyse et suivi des conditions océaniques dans le nord du Golfe de Guinée ; ii) Influence des conditions océaniques de surface sur la variabilité du flux de mousson ; iii) Impact des conditions océaniques et climatiques sur les ressources et l'érosion côtière ; c) Etablir un réseau de mesures côtières standardisées (continuité des actions EGEE) ; d) Aider à la formation en océanographie physique en Afrique de l'Ouest.

Dans le cadre du point a), j'ai en 2006 établi un inventaire des données disponibles à l'IRD, au SISMER et au sein des laboratoires partenaires dans le cadre d'EGEE/AMMA. J'ai pu obtenir par Météo-France en février 2008 l'ensemble des données de vent des stations côtières d'Afrique de l'Ouest depuis 1997, qui sont transmises quotidiennement au Centre Européen de Prévision Climatique (ECMWF) et à Météo-France. Les données des partenaires ont commencé à être centralisées au CRHOB, où elles sont mises sous un format unique. En mai 2008, les collègues du CRHOB ont envoyé aux partenaires de chaque pays (Nigeria, Togo, Ghana et Côte d'Ivoire) les données les concernant, afin qu'ils ajoutent leurs propres données dans la banque de données régionale. La banque est désormais finalisée et en cours de mise à disposition en libre accès via la page internet du CHROB à ODINAFRICA.

Dans le cadre du point b), le premier thème a été commencé à partir des mesures de Cotonou, disponibles depuis 2005. Le second thème a été lancé au LAPA en Côte d'Ivoire courant 2008. Le troisième thème ouvre plusieurs perspectives d'études qui restent à préciser avec les partenaires. Cependant, le lancement dans chaque pays d'un tel programme prend du temps, au vu du faible effectif des laboratoires, et surtout pour la plupart de leur manque de formation en océanographie physique (voir chapitre suivant). Cependant, des projets ont déjà été mis en œuvre, notamment au LAPA-MF (Côte d'Ivoire), d'étude de l'influence de la SST sur les précipitations dans la sous-région, à l'aide d'analyses statistiques et d'un modèle numérique (MAR). L'ensemble du programme a été présenté lors de conférences ou réunions internationales, notamment lors des 2^{nde} et 3^{eme} conférences internationales AMMA, où tous les partenaires principaux de PROPAO ont participé.

Dans le cadre du point c), et dans ce en continuité des actions déjà menées au Bénin et au Togo dans le cadre d'EGEE, des thermomètres, logiciels et câbles nécessaires pour la maintenance des thermomètres ont été acquis dès juillet 2007, afin que chaque pays dispose du matériel nécessaire pour le maintien du réseau sur le long terme. Après les installations en février 2008 en Côte d'Ivoire, en mars 2008 au Nigeria et en mai au Ghana, le réseau est

désormais complet et sous la responsabilité entière des partenaires qui le maintiennent de façon autonome, les thermomètres devant être relevés tous les trois à six mois. Un logiciel et une banque de traitement et de validation des mesures des thermomètres autonomes a été finalisée au CRHOB.

Enfin et surtout, le point d) (Aider à la formation en océanographie physique en Afrique de l'Ouest) a constitué la partie essentielle de mon activité à Cotonou depuis le mois de décembre 2007, comme cela est détaillé dans le chapitre suivant.

Je contribue à la coordination régionale du programme avec Mr R.Djiman au CRHOB (gestion du programme, répartition budgétaire, organisation des réunions...), sachant qu'il n'est pas simple de gérer un budget centralisé qui doit être réparti entre différents laboratoires de différents pays... Deux ateliers régionaux ont été organisés à Cotonou ; le premier pour le lancement du programme, en octobre 2007 (20 personnes), et le second à mi-parcours du programme en mai 2009 (40 personnes). Afin d'y tenir des réunions PROPAO au niveau national, j'ai effectué avec Mr Roger Djiman plusieurs missions, au Nigeria, Ghana et Côte d'Ivoire, pays partenaires du programme.

La réunion PROPAO de mai 2009 a surtout été l'occasion de lancer des réflexions sur les perspectives régionales à la suite de PROPAO qui s'achève en 2010, et ce en lien étroit avec la suite à donner à AMMA, AMMA-Afrique, les possibilités de continuation du FSP-RIPIECSA... J'ai en ce sens rédigé une ébauche de projet accentuant d'avantage sur les impacts du changement climatique pour les pays côtiers du Golfe de Guinée et sur le développement des mesures côtières à effectuer, projet qui a été présenté par la partenaire du Nigeria, Mme Regina Forolunsho, à deux reprises lors des ateliers de l'ICSU à Prétoria (Afrique du Sud) et AMMA-Africa / RIPIECSA à Ouagadougou (Burkina Faso) en février 2009. A noter que j'ai contribué en ce sens également à la définition de l'ISP-2 d'AMMA (voir paragraphe précédent).

Enfin, un colloque sera organisé à Cotonou sur la recherche océanographique en Afrique, qui constituera le dernier meeting dans le cadre de PROPAO avec des scientifiques invités de plusieurs pays et organismes, afin de faire le point sur les actions menées et prévues et finaliser un projet régional à la suite de PROPAO, projet qui doit prendre en compte la volonté de plusieurs autres pays côtiers d'intégrer le programme (notamment Congo, Cameroun, Gabon, ...). A noter également que, suite à un colloque UNESCO organisé en février 2010 à Cotonou, PROPAO devrait être reconnu comme centre d'excellence pour la région...

IV : TRANSFERT DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

J'ai contribué au transfert des connaissances sous les deux formes adaptées en fonction du public visé : 1) de la formation dédiée à des enseignants et surtout à des étudiants ; 2) de la communication et de la vulgarisation pour le grand public.

IV.a : Actions de formation

- Formation d'enseignants :

J'ai dispensé un cours d'océanographie physique à Cayenne en juillet 1996, lors d'une Université d'été « Alizés », qui s'adressait à des professeurs de lycée ou de l'Institut Universitaire de Formation des Maîtres et avait pour thème «océan-atmosphère-climat-écosystèmes en région intertropicale». Ce cours a été accompagné de Travaux Dirigés.

- Encadrement de stages:

J'ai commencé à encadrer des étudiants en stage (DEA, ou écoles d'ingénieurs) en 1998 lorsque je suis arrivé au Centre ORSTOM de Brest, où il existe un DEA d'océanographie physique à l'Université de Bretagne Occidentale (UBO). Ainsi, de 1998 à 2004 (soit presque tous les ans, à l'exception de 1999 en raison de la campagne EQUALANT-99 et 2005-2007 en raison des campagnes EGEE) j'ai encadré, ou co-encadré, 12 stagiaires, qui ont travaillé sur des thèmes liés aux programmes en cours (EQUALANT, EGEE, PIRATA). 6 de ces étudiants ont continué ensuite en thèse d'université (dont un que j'ai également dirigé pendant sa thèse). Les résultats obtenus au cours de ces stages ont été présentés lors de conférences et pour la plupart utilisés dans des publications de rang A.

Depuis mon affectation au Bénin en 2007, et mon implication dans les actions de formation de l'université d'Abomey-Calavi (voir plus loin), j'encadre également tous les ans des étudiants de Master 2 dans le cadre de leurs stages de recherche (voir Annexe 1).

- Dispense de cours d'océanographie physique:

En 2000, suite au départ en affectation à Nouméa d'Yves Gouriou (IRD-Brest) qui était en charge de ce cours au DEA d'océanographie physique de l'UBO-Brest, j'ai repris l'enseignement d'océanographie tropicale (10h de cours) jusqu'en 2003 (cours repris en 2004 par Frédéric Marin, également de l'IRD). En grande partie déjà rédigé, j'ai complété au fur-et-à-mesure ce cours au vu des nouvelles connaissances acquises.

En 2002 a été entreprise la création d'un DEA de Géophysique Externe (option « climat tropical et environnement ») à l'Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire), dans lequel je me suis impliqué avec Jacques Servain (à l'origine de cette démarche soutenue par l'IRD et l'Université de Lille). J'ai effectué alors 20h d'enseignement d'océanographie tropicale en mars-avril 2002, finalisé par un examen écrit. Ces cours s'intégraient dans un accord de Coopération SUP 2000, qui a malheureusement dû être interrompu dès septembre 2002 suite aux événements politiques...

En 2008, au Bénin, j'ai commencé à m'impliquer dans une formation d'initiation à l'océanographie physique dans le cadre d'un Master 2 « Hydrologie et Gestion des Ressources en Eau » de la Chaire Internationale (Unesco) de Physique Mathématique et Applications (CIPMA) de l'Université d'Abomey Calavi de Cotonou, pour lequel j'ai rédigé un cours (225pp), et effectué 25h de cours sanctionnées par un examen. Ce cours est désormais dispensé aussi à des étudiants du nouveau Master 2 d'océanographie physique, présenté en détail ci-dessous.

- Encadrement de thèses :

Dès mon arrivée à Brest en 1997, j'ai été sollicité pour faire partie de deux comités de thèse d'université ; une de Paris VI (Mr Sébastien Freudenthal, sous la direction de Chantal Andrié, IRD) et une de Toulouse (Mr Fabrice Vauclair, sous la direction d'Yves duPenhoat, IRD), dont les sujets rentraient dans le cadre d'EQUALANT.

En 2003, j'ai commencé à co-encadrer deux étudiants en thèse : un ivoirien (Mr Eugène Kouadio Ali) de l'université de Cocody (suite à sa participation aux cours de DEA qui y avaient été dispensés l'année précédente ; voir ci-dessus), et un brésilien (Mr Alex Costa da Silva) de l'université de Récife. J'ai obtenu pour ces deux étudiants des soutiens financiers de l'IRD (bourse du Département Soutien et Formation -DSF-) afin qu'ils puissent effectuer des séjours au Centre IRD de Brest (3 séjours de 3 mois de 2003 à 2005 pour le 1^{er}, 1 séjour d'un an en 2003-2004 pour le second).

Dès que j'ai été promu Directeur de Recherche en 2004, j'ai pu encadrer en tant que directeur de thèse de l'UBO 2 étudiants, Mr Nicolas Kolodziejczyk et Gabriela Athié de Velasco, étudiante mexicaine pour laquelle j'ai obtenu une bourse par l'IRD/DSF. Ces deux étudiants ont travaillé sur des sujets relatifs au programme EGEE/AMMA, celui de Mlle Athié ayant été défini par Frédéric Marin qui les a également beaucoup encadrés, surtout suite à mon départ en affectation au Bénin en 2007. Ces deux étudiants ont soutenu leur thèse en juillet 2008 à l'UBO et sont actuellement en post-doc.

J'ai également été rapporteur de 2 thèses (en 2004 et 2006) et membre de jurys d'autres étudiants (4 fois examinateurs, en 2001, 2002, 2006 et 2007).

Enfin, je suis co-directeur depuis 2008 de la thèse d'un étudiant de l'Université de Cocody (Mr Elysée Touali), qui travaille dans le cadre de PROPAO sur l'upwelling côtier du Golfe de Guinée et prévois l'encadrement de deux étudiants africains supplémentaires à partir de cette année (voir Annexe 1).

- Conférences en universités :

Depuis mon arrivée au Bénin, j'ai effectué deux conférences dédiées aux étudiants de niveau Master 2 et aux enseignants de la Chaire Internationale (Unesco) de Physique Mathématique et Applications (CIPMA) de l'Université d'Abomey Calavi (UAC) de Cotonou ; une en décembre 2007 portant sur les études climatiques et océanographiques dans l'Atlantique Tropical Est, l'autre en décembre 2008 sur les changements climatiques et les impacts potentiels en Afrique de l'Ouest.

L'organisation d'une exposition à Lomé (Togo) en juin 2009 m'a également permis d'effectuer une conférence sur le climat, l'océan et les changements climatiques à l'université de Lomé devant 200 étudiants et des professeurs/enseignants.

Une conférence, sous forme de cours, intitulée « climat, rôle de l'océan dans le climat et le changement climatique, relations climat-santé », a également été dispensée à des étudiants du « Master International en Entomologie médicale et vétérinaire » à Ouidah (Bénin).

IV.b : Initiation d'un Master 2 régional d'océanographie physique et applications :

Depuis les années 1990, des collaborations ont été établies et maintenues par les océanographes physiciens de l'ORSTOM puis de l'IRD, et notamment du LEGOS, du LOCEAN et de l'US « IMAGO », avec des laboratoires d'Afrique de l'Ouest (Côte d'Ivoire, Bénin, Ghana, Togo, Nigeria, Sénégal), ce dans le cadre de différents programmes dédiés aux études climatiques en Atlantique Tropical (WOCE, EQUALANT, PIRATA,...). Avec le programme EGEE/AMMA, j'ai tenté de faire le nécessaire pour que ces collaborations puissent se renforcer, notamment en invitant systématiquement des scientifiques ou étudiants

africains à participer aux campagnes EGEE et PIRATA (voir chapitre précédent). Ainsi, une fois les actions de terrain EGEE achevées (campagnes océanographiques 2005-2007), j'ai initié le programme PROP AO (voir chapitre précédent), qui se situe directement en continuité des actions réalisées dans le cadre de ces programmes. Dès le début de PROP AO, lors du 1^{er} atelier régional du programme en octobre 2007 à Cotonou, les partenaires océanographes d'Afrique de l'Ouest, ayant peu de moyens et de connaissances de base pour effectuer des travaux scientifiques de qualité internationale requise pour pouvoir publier dans des revues reconnues, ont clairement exprimé le fait que le renforcement des capacités locales via une formation universitaire en océanographie physique était la plus urgente des priorités. Le but était donc de fournir des connaissances nécessaires et adaptées aux nombreuses études liées à l'océan dans la sous région (climat et ressources en eau, ressources halieutiques, érosion côtière, gestion des structures portuaires, gestion de l'environnement côtier et pollution etc.) et ce en lien direct avec les préoccupations des pays côtiers de la sous région et aussi au vu des inquiétudes liées au changement climatique... Une formation de jeunes chercheurs devait donc être réalisée localement via une collaboration soutenue et efficace entre des chercheurs et des équipes scientifiques du Nord et du Sud, ce qui était possible avec i) la collaboration des collègues français impliqués dans EGEE/AMMA, PIRATA et PROP AO, et ii) avec la présence à Cotonou d'une Chaire UNESCO, la Chaire Internationale de Physique Mathématique et Applications (CIPMA) de l'Université d'Abomey Calavi (UAC). La CIPMA, créée en 2002 par des scientifiques venus de 12 universités d'Afrique, 6 d'Europe et des universités d'Amérique du Nord et érigée en 2006 en Chaire UNESCO, dispense une solide formation de 2nd et 3^{ème} cycles (maîtrises, DESS, DEA et thèse). Les diplômes obtenus dans le cadre de ces formations sont reconnus au niveau international. La CIPMA collabore avec plusieurs universités françaises. L'UAC forme des étudiants du Bénin mais également d'autres pays d'Afrique et même d'Europe. Le système LMD y est appliqué, et se met en place progressivement à l'ensemble de l'UAC, où il sera implanté définitivement pendant l'année universitaire 2009-2010.

En décembre 2007, une réunion a été organisée avec des responsables de l'université d'Abomey Calavi (UAC), le directeur de la CIPMA/UAC, Mr Norbert Houngbonou, et Mr Jean Marc Hougard (DR à l'IRD, initiateur d'un Master régional en entomologie médicale), et le directeur du LEGOS, Mr Yves DuPenhoat, afin d'étudier la faisabilité de ce projet. Suite à cette réunion, j'ai rédigé un document de base « Projet de Création d'un Master Régional d'Océanographie Physique et Applications », en collaboration avec le Pr Houngbonou. Ce projet a été présenté, au cours de différentes réunions, aux vices recteurs de l'UAC chargés de la coopération inter-universitaire et de la recherche (janvier et février 2008), au recteur de l'UAC (mars 2008), au directeur du Service Culturel à l'Ambassade de France (SCAC) de Cotonou (mai 2008)...La CIPMA/UAC a donc rapidement adopté le projet, en tant que promoteur, avec l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) ainsi que l'Université Paul Sabatier (UPS, Toulouse). En mars 2008, j'ai rédigé une réponse à l'appel d'offre « Chaires Croisées » du DSF de l'IRD, qui a été co-signée par Mrs Norbert Houngbonou (Professeur à l'UAC, Président de la CIPMA) et Nicholas Hall (Professeur à l'UPS-PCA, LEGOS) et soutenue par les recteurs de ces deux universités. Une convention de coopération inter-universitaire entre l'UPS et l'UAC a été signée en mai 2008, avec le soutien du Comité Scientifique de l'Observatoire Midi-Pyrénées auquel est rattachée l'UPS. Suite au soutien de l'IRD au projet de « Chaires Croisées », à raison de 33k€ pour les années 2008-2009, le MROPA a ainsi pu être lancé dès septembre 2008 à Cotonou, avec 10 étudiants de la sous-région (3 du Nigeria, 2 du Togo et 5 du Bénin). Le Master est bilingue, et la plupart des cours sont dispensés en anglais. L'habilitation officielle du Master 2 par l'UAC a été signée début 2009.

Le DME de l'IRD soutient également ce projet qui s'inscrit dans le cadre des priorités thématiques fixées par le contrat d'objectifs 2006-2009 de l'IRD, et qui contribue à favoriser et à accompagner les actions de recherche et de formation dans le pays du Sud. Le DME a soutenu financièrement le dossier via un Crédit Incitatif en 2008, d'un montant de 4,5k€. Le Master 2 Régional d'Océanographie Physique et Applications (MROPA) a donc été lancé dès le mois de septembre 2008 à l'UAC/CIPMA.

Outre le montage des dossiers administratifs et pédagogiques du MROPA, j'ai organisé et géré le budget afin de pouvoir : 1) soutenir financièrement les étudiants, 2) financer les missions des enseignants-chercheurs venant de France pour les enseignements (8 à 10 missions par an d'une à deux semaines, par des collègues de l'UPS/LEGOS, de l'IRD/LEGOS, de l'IRD/LOCEAN et de l'IRD/US IMAGO), et 3) fournir les outils indispensables pour l'enseignement, à savoir notamment des ordinateurs portables. En tant qu'initiateur du projet et directement impliqué dans les activités d'enseignement et d'encadrement des étudiants, je suis membre, avec Mrs Norbert Hounkonnou et Nicholas Hall des Comités de Direction (ou de pilotage, chargé du suivi administratif et scientifique) et Pédagogique du Master 2.

Les activités pédagogiques du MROPA sont structurées en "crédits" (ou unités de valeur) et comprennent aussi bien des enseignements théoriques que des stages pratiques d'initiation à la recherche en laboratoire ou en entreprise. Les crédits sont au nombre de trois catégories : i) Crédits de tronc commun : ils comprennent des cours de mise à niveau et de culture scientifique au label de la CIPMA-Chaire UNESCO, dont un enseignement de langue et un d'informatique, qui font l'ossature d'un type de formation ; ii) Crédits obligatoires : ils comprennent les cours spécialisés ; iii) Crédits d'« applications » : ils comprennent des unités de valeur empruntées à d'autres formations pour compléter la culture scientifique de l'étudiant, afin notamment d'illustrer des applications directes de l'océanographie physiques dans divers domaines de l'océanographie et de familiariser les étudiants avec diverses techniques d'analyse (voir les pages internet dédiées au MROPA sur <http://www.uac.bj/cipma/> et <http://www.legos.obs-mip.fr/~hall/LEGOS/Benin.html>).

Afin de pérenniser le Master 2 et d'assurer son financement, j'ai rédigé et soumis un second dossier « Chaires Croisées » à l'IRD/DSF en avril 2009. J'avais aussi pris des contacts avec la société TOTAL, étant en relation avec une scientifique de ce groupe depuis 3 ans (Mme Valérie Quiniou, du Département Scientifique de TOTAL, avait constitué à Brest un groupe de réflexion sur les actions océanographiques et météorologiques dans le Golfe de Guinée, avec des scientifiques de l'IFREMER, du SHOM et de l'IRD, dont j'étais l'interlocuteur de l'IRD, dans le cadre du projet « System of Industry Metocean data for the Offshore and Research Communities » -SIMORC- ; voir <http://www.simorc.org/>). Cette prise de contact était pour informer ce groupe de l'initiation du Master 2 régional et bilingue, afin de voir si TOTAL pourrait en être partenaire et soutenir financièrement le projet. Suite à un entretien au siège de TOTAL à Paris en janvier 2009, Mrs Jean-François Minster (Directeur du Département Scientifique de TOTAL) et Luc Sposito (en charge à TOTAL de la Formation/Education/Universités) m'ont assuré du soutien de TOTAL au MROPA. De fait, une convention entre TOTAL, l'UPS, l'UAC et l'IRD a été signée en automne 2009 et TOTAL va financer le Master 2 pour une durée de trois années, à raison de 50k€ / an. De même, une association de Professeurs Associés financée par TOTAL intervient désormais également dans le cadre du Master 2, via la dispense de cours/conférences et des contacts avec des entreprises sous-traitantes de TOTAL permettent d'ores et déjà la proposition de sujets de stage et l'accueil d'étudiants. Des bourses de thèse co-financées par TOTAL pourront alors être envisagées à court terme pour les meilleurs étudiants. Mme Valérie Quiniou fait désormais également partie du Comité de Direction pédagogique du MROPA.

Lors de la première année universitaire 2008-2009, 10 étudiants (du Nigeria, Bénin et Togo) ont suivi le MROPA. Tous les étudiants ont effectué un stage de recherche et quatre étudiants (1 du Nigéria, 1 du Bénin et 2 du Togo) sont susceptibles de continuer en thèse. Lors de l'année suivante 2009-2010, 11 étudiants (du Cameroun, Nigéria, Bénin, Togo, Ghana et Côte d'Ivoire) sont incrits, illustrant l'élargissement à d'autres pays de la sous-région. Les étudiants du Ghana, Côte d'Ivoire et Nigeria effectueront leur stage de recherche dans des laboratoires de leur pays, en lien avec des thèmes prioritaires de la région. Enfin, les étudiants bénéficient de journées de formation en mer grâce à la venue à Cotonou du N/O ANTEA lors des campagnes annuelles PIRATA. Ces journées s'effectuent au large de Cotonou, et permettent l'acquisition de mesures sur le plateau continental et au large, qui seront utilisées pour des études locales.

Le rattachement à moyen terme du Master Régional en Océanographie Physique et Applications (MROPA) à d'autres universités d'Afrique de l'Ouest est souhaité et même nécessaire, afin d'assurer et d'officialiser son rayonnement régional, et plusieurs contacts ont déjà été pris en ce sens. Notamment, la mission d'une délégation IRD à l'Université de Lagos (UNILAG) au Nigéria, en septembre 2008, constituée de Mr Jean-François Girard (alors Président de l'IRD), Daniel Lefort (Responsable de la Délégation au relations internationales de l'IRD), Bruno Bordage (Représentant de l'IRD à Cotonou) et moi-même, a été l'occasion de la signature officielle, au cours d'une cérémonie organisée par le Directeur du Département d'océanographie de l'UNILAG, le Pr Clément Edokpayi, d'un Memorandum of Understanding (MoU), par le Recteur de l'UNILAG et le président de l'IRD. Ce MoU est associé à une convention portant sur les activités de recherche et de formation en océanographie associées à PROPAO, au MROPA et au programme de Chaires Croisées soutenu par l'IRD/DSF. Les contacts établis depuis avec Mr Clément Edokpayi ont permis de concrétiser dès l'année 2009-2010 son implication dans les enseignements du MROPA. Mr Clément Edokpayi est l'encadrant officiel des stages de recherche des étudiants nigériens. L'engagement de la participation de l'Université de Cocody est également garanti pour l'année 2009-2010, notamment par la proposition de stages de recherche. Des liens sont également établis avec l'Université de Cape-Town dans le cadre du projet ACCESS (African Centre for Climate and Earth System Science ; <http://www.africaclimatescience.org/>) dans lequel une formation doctorale est également prévue. Ainsi, ces liens ont d'ores et déjà permis de faire participer des partenaires de PROPAO à un workshop organisé à CapeTown en octobre 2008 et surtout 4 étudiants du Master 2 à un atelier de formation également à CapeTown en juillet 2009.

Pour renforcer ces liens inter-universitaires en Afrique de l'Ouest, un colloque a été organisé à Cotonou (Bénin) du 2 au 6 novembre 2009, dédié à la « Recherche et Formation en Océanographie au sein des Universités d'Afrique de l'Ouest », et associé à la 6^{ème} « Conférence Internationale sur les Problèmes Contemporains en Physique Mathématique Appliquée » organisé tous les 2 ans par la CIPMA. Soutenu financièrement par le DSF de l'IRD via le programme de Chaires Croisées, ce colloque avait pour but de réunir des professeurs, chercheurs et enseignants-chercheurs de plusieurs universités africaines et responsables de programmes en cours, notamment ceux soutenus par l'IRD (Chaires Croisées, Laboratoires Mixtes Internationaux, Jeunes Equipes Associées), ainsi que des représentants de la Société TOTAL, afin de disposer d'une vision globale des actions en cours et prévues en Afrique concernant l'océanographie et ses applications. Il devait permettre de contribuer à mettre en cohérence les actions scientifiques et de formation des pays africains avec celles d'équipes de France et de l'IRD, et d'aider à faire émerger des priorités à court ou moyen

termes auxquelles il faudrait répondre via des collaborations à renforcer ou à établir. Ainsi, il avait pour principaux objectifs: i) de présenter des travaux scientifiques et des programmes de formations portant sur l'ensemble des domaines de l'océanographie (physique, biologie, biogéochimie, sédimentologie...) dans les universités de la sous-région, et de leurs potentielles applications (climat, environnement côtier et érosion, impact de l'élévation du niveau de la mer, ressources halieutiques, pollution ...). ii) de proposer la mise en place de protocoles de collaborations entre les universités dans le cadre de ces actions de formation et de recherche (échanges d'enseignants, formation d'enseignants/chercheurs, accueil d'étudiants en stage de recherche).

Ce colloque a également été l'opportunité de procéder au lancement officiel de la seconde année universitaire du Master 2 Régional d'Océanographie Physique et Applications (MROPA) à Cotonou, en présence de représentants des institutions responsables et des principaux sponsors, à savoir l'IRD, l'Université Paul Sabatier (UPS), l'Université d'Abomey Calavi (UAC), et depuis l'automne 2009 le groupe TOTAL.

Ainsi, ce colloque a permis à plus de 40 participants (professeurs d'université, enseignants, chercheurs, étudiants) de 7 pays (Bénin, Sénégal, Côte d'Ivoire, Nigeria, Ghana, Togo et France) de se réunir et d'échanger sur différents travaux de recherche et programmes de formation (en cours ou en projet), et de faire le point sur les potentialités de collaborations dans le cadre i) de projets de recherche régionaux à définir d'ici 2010 (année de fin des programmes AMMA/EGEE et de ceux soutenus par le FSP-RIIECSA, dont le Programme Régional d'Océanographie Physique en Afrique de l'Ouest -PROPAO-) et ii) des programmes de formations universitaires en cours, principalement au niveau Master 2 (Cotonou/Bénin, Dakar/Sénégal) et en projet (Dakar/Sénégal et CapeTown, Afrique du Sud). Un compte rendu détaillé de ce colloque a été largement diffusé ainsi que des résolutions prises sur deux des thèmes principaux du colloque, i) la recherche et les mesures nécessaires et ii) la formation (en français et en anglais).

IV.c : Actions de communication et de vulgarisation

- Communication et vulgarisation pour le grand public :

Lors de mes affectations à Cayenne (1990-1994 et 1995-1997), j'ai contribué aux actions du comité d'Information Scientifique et Technique dont j'ai été responsable en 1993-1994, notamment via l'organisation des journées « Porte Ouverte » et des « Fêtes de la Sciences », pendant lesquelles nous réalisions des posters, proposons la visite du laboratoire d'océanographie au Centre ORSTOM et présentions le fonctionnement des divers appareils utilisés lors des campagnes océanographiques. J'ai réalisé un film de 10mn pour présenter la campagne océanographique CITHER-1 (1993) qui a pu être présenté lors de ces journées. En avril-mai 1997, j'ai été interviewé par la chaîne de télévision RFO-Guyane et accompagné une journaliste sur plusieurs sites pour la réalisation d'un film concernant les activités du laboratoire d'océanographie physique du centre ORSTOM de Cayenne. Ce film de 12mn et intitulé « l'océanographie en Guyane », a été diffusé en novembre 1997 en Guyane Française sur RFO.

Lors de mon affectation à Brest (1997-2007), j'ai activement participé à ces mêmes actions, et ai réalisé pour cela une note d'illustration, suite à ma mission à São Tomé en 2003, intitulée « São Tomé et Principe: Environnement climatique et océanique et présentation du programme scientifique EGEE en cours dans le Golfe de Guinée » qui a été mise à disposition des autorités de São Tomé, très demandeuses d'explications suite à l'installation d'une station météorologique dans leur pays, et mise en ligne sur le site internet du Centre IRD de Bretagne (<http://www.brest.ird.fr>). Lors de ma mission à São Tomé en octobre 2003, j'ai fait une

conférence publique au Centre Culturel Français pour expliquer l'importance du Golfe de Guinée dans le climat régional et la raison de l'installation d'une station météorologique sur ce territoire.

J'ai aussi réalisé une note d'illustrations et de vulgarisation intitulée : « La campagne PIRATA FR12 de janvier-février 2004 », en 2004, également mise sur le site internet du Centre IRD de Bretagne et présentée en projection vidéo-conférence lors des journées « Porte Ouverte » au Centre IRD de Bretagne.

Depuis 2005 et le début des campagnes EGEE, et avec le soutien de Bertrand Gobert de la DIC à Brest et l'assistance de Dominique Dagorne pour l'ajout d'images satellite, j'ai initié la transmission d'informations et d'illustrations à partir des navires afin de mettre en ligne le récit des campagnes et diverses explications scientifiques. Ces « journaux de bord » sont accessibles à partir du site internet du Centre IRD de Bretagne (<http://www.brest.ird.fr/actualites/EGEE.htm>) et, avec Mr Bertrand Gobert, nous avons rédigé des notes de vulgarisation et d'information qui ont été ajoutées à ces récits, notamment sur le rôle de l'océan dans le climat, les bouées ATLAS, les problèmes de vandalisme etc... Ces journaux de bord sont désormais effectués quasiment systématiquement lors des campagnes annuelles PIRATA (http://www.brest.ird.fr/pirata/index_fr.php).

Dans le cadre de la réalisation de films dédiés à AMMA par Canal IRD, j'ai été interviewé et contribué aux commentaires du film « Le programme AMMA : La campagne maritime EGEE », film de 2'42'' relatant la campagne EGEE 6, Canal IRD (www.canal.ird.fr/amma.htm ; Réalisation : L.Markiw; Images : B.Gobert, J.J.Levenez ; Conseiller et rédacteur scientifique : B.Bourlès, décembre 2007).

De même, des interviews et images ont été fournies lors de la campagne EGEE 3 (mai-juillet 2006) pour la réalisation du film « La calebasse et le pluviomètre » (2007, 60mn, réalisé par M.Dalaise et co-produit par le CNRS, l'IRD, l'Ifremer, le CSI et Météo-France).

A partir des images réalisées à bord pendant la campagne EGEE 3, dont seulement 1mn a été utilisée pour ce dernier film qui montre la SOP d'AMMA avec toutes ses opérations de terrain, j'ai initié en automne 2009 la réalisation d'un film dédié uniquement à cette campagne avec le centre audiovisuel de l'IRD à Bondy. Ce film, d'une durée de 35mn environ, est en cours de montage et devrait voir le jour d'ici mi-2010.

Au Bénin, lors du passage des navires océanographiques à Cotonou pour les escales des campagnes EGEE en 2005, j'ai donné des interviews TV et radio relatives au programme AMMA et aux campagnes, diffusées par l'ORTB en 2005, et ai rédigé les communiqués de presse lors des ateliers régionaux PROPAO à Cotonou, en octobre 2007 et mai 2009.

Du 2 au 6 juin 2009, j'ai participé à l'action de la DIC/IRD à Lomé (Togo) qui a présenté au Centre Culturel Français l'exposition « Climat et Océans ». Cela fut l'occasion de faire 2 présentations au Lycée Français (1^{ère} S et Terminale S) de Lomé (Togo) sur le climat, le rôle de l'océan dans le climat et sensibilisation au changement climatique, de donner des conférences lors d'une « table ronde » et d'un « café science » au Centre Culturel Français de Lomé (Togo) sur le climat, l'océan, et le rôle de l'océan dans le climat, ainsi qu'en préambule à la projection du film « Home » lors de la journée de l'environnement, et de rencontrer le public au même endroit autour de l'exposition de l'IRD « Climat et Océan ». Cette exposition « Climat et Océans » étant à Lomé, donc à proximité du Bénin, j'ai contribué à la faire programmer en septembre 2009 au Centre Culturel Français de Cotonou, avec conférences et débats publics et projection du film « la Calebasse et le Pluviomètre » relatif au programme AMMA.

VI. QUELQUES PERSPECTIVES

a) perspectives scientifiques :

Dans le cadre des programmes PIRATA, TACE/CLIVAR et des priorités scientifiques dégagées notamment suite aux résultats d'AMMA/EGEE, je souhaite contribuer à initier de nouvelles expériences de terrain dans le Golfe de Guinée et m'investir sur des recherches en rapport avec les thématiques prioritaires développées ci-dessous. En effet, ces priorités ont été mises en évidence grâce aux résultats récents obtenus dans le cadre de ces programmes, concernant notamment :

- l'influence des coups de vent à 15 jours dans le bassin équatorial pour l'établissement de la langue d'eau froide dans le Golfe de Guinée, probablement induites par des variations de l'anticyclone de Sainte Hélène dans l'Atlantique Sud (eg : Marin et al., 2009 ; de Coëtlogon et al., 2010 ; Caniaux et al., 2010 ; Brandt et al., 2010) ;
- les forts biais de la SST dans l'Atlantique Est Equatorial au printemps et en été boréal simulés par les modèles (Davey et al., 2002). Ces biais, pouvant être dûs à une mauvaise estimation des flux de chaleur et d'eau douce en surface, mais aussi à des erreurs des processus océaniques simulés par les modèles océaniques. Il est donc indispensable de renforcer les études portant sur la couche de mélange océanique, l'impact de la salinité, de la vitesse verticale (Rhein et al., 2010 ; Dengler et al., 2010) et des ondes océaniques sur la variabilité de la SST (Athié and Marin, 2008 ; Athié et al., 2009), et donc d'accentuer l'acquisition de mesures pour pouvoir améliorer nos connaissances sur ces thématiques précises. De telles mesures sont particulièrement nécessaires pendant la fin de l'hiver et au printemps boréaux, avant la mise en place de la langue d'eau froide, afin de mieux comprendre les processus responsables du préconditionnement de celle-ci (Brandt et al., 2010).

Ainsi je souhaite développer :

- de mesures à l'aide de gliders, soit à partir de Cotonou soit lors des campagnes PIRATA (comme cela a été d'ailleurs proposé et recommandé dans le cadre de TACE ; voir <http://tace.ifm-geomar.de/index.html>), notamment pour échantillonner les couches supérieures dans le fond et le long de la bande équatoriale du Golfe de Guinée, et ce en partenariat avec l'IFM-GEOMAR et les partenaires régionaux impliqués dans PROPAO et les projets régionaux à développer pour après 2010. De telles mesures permettront de disposer de mesures fines dans la couche de mélange afin notamment d'y disposer de d'avantage de mesures de salinité, dont le rôle est fondamental pour son influence sur la couche de mélange et dans le Golfe de Guinée (apports fluviaux du Congo et du Niger, fortes précipitations ...). De plus, de telles mesures sont de plus en plus nécessaires pour la validation des nouveaux capteurs de salinité embarqués sur les satellites (exemple : SMOS). Cette perspective est d'ores et déjà à l'étude avec des collègues du LOCEAN afin d'être mise à l'œuvre lors de la campagne PIRATA FR21 de 2011 qui devrait être effectuée simultanément avec des campagnes de l'IFM-GEOMAR (entre 23°W et 10°W), de la NOAA/AOML (le long de 23°W) et du Brésil dans le cadre de PIRATA (le long de 35°W), comme cela a été discuté lors du dernier meeting TACE/PIRATA à Miami en mars 2010 (voir le rapport sur <http://www.aoml.noaa.gov/phod/pne/meeting2010.html>).
- de processus au niveau de l'upwelling équatorial à 10°W, via des profils rapprochés autour de la bouée ATLAS du réseau PIRATA, région où l'amplitude de cet upwelling, et de la langue d'eau froide observée en été boréal pendant la mousson ouest africaine, est maximale (Marin et al., 2009). Cette opération est destinée à étudier les vitesses verticales des masses d'eau au sein des fronts de courant et de température lors de l'établissement de l'upwelling équatorial. En effet, l'estimation de la vitesse verticale « in situ » est un objectif crucial pour

valider celles qui sont représentées par les modèles numériques, ces derniers présentant des différences fondamentales dans l'Atlantique Est Equatorial. Les Comités scientifiques AMMA et TACE (voir document AMMA ISP2, 2010) encouragent fortement une expérience in situ pour mettre en œuvre une expérience de suivi hydrologique et courantométrique, via un parcours grillé autour d'un point central équatorial, dans la région de l'upwelling équatorial Atlantique pour évaluer les termes de la balance thermique et des advections horizontale et verticale dans une région très réduite permettant l'approximation synoptique (quelques jours). Cette expérience consisterait à effectuer des profils hydrologiques et courantométriques (CTD-O2/LADCP + VMADCP) tous les $\frac{1}{4}$ de degrés entre 1°WS et 1°N entre 9°W et 11°W autour de la bouée ATLAS et du mouillage courantométrique PIRATA situés à 10°W - 0°N . Une telle expérience pourrait être mise en œuvre lors d'une des prochaines campagne PIRATA, et nécessiterait 7 jours de campagne. Elle serait faite sachant que des mesures supplémentaires pourraient acquises simultanément sur zone par des gliders.

- enfin, dans le cadre de PIRATA, une des priorités des années à venir est de répondre à la nécessité d'obtenir d'avantage de mesures in situ de salinité dans les couches supérieures et de flux à la surface à partir des mouillages ATLAS installés dans l'Atlantique tropical. De même, des extensions vers le Sud de l'Atlantique se révèlent de plus en plus nécessaires pour étudier cette région océanique très peu documentée et dont les études récentes effectuées dans le cadre d'AMMA (Marin et al., 2009 ; Coëtlogon et al., 2010) semblent montrer l'influence sur la variabilité atmosphérique observée dans la bande équatoriale et ainsi sur la langue d'eau froide observée en été boréal dans l'Atlantique Est équatorial. En tant que co-chairman de PIRATA, je suis chargé de coordonner la rédaction de deux documents afin de justifier ces extensions et les moyens nécessaires pour y répondre, à soumettre dès que possible au PIRATA PRB...

Dans la continuité de certaines thématiques des programmes précédents, et plus directement en lien avec le programme régional côtier PROPAO, le réseau de mesures côtières, et principalement de la température de la mer en 5 points situés le long de la côte Nord du Golfe de Guinée (voir chapitre III.d) disponibles pour certaines depuis 2005 et validées, des études vont commencer dès cette année (dans le cadre de stages du MROPA) afin de tenter de mettre en évidence la propagation d'ondes de Kelvin côtières à partir de mesures in situ (comme observé à partir de mesures altimétriques par Polo et al., 2008). En effet, ces ondes côtières sont susceptibles de jouer un rôle dans le déclenchement de l'upwelling côtier et le rôle respectif de plusieurs processus potentiellement responsables de cet upwelling (vent, Courant de Guinée, ondes océaniques...) reste très peu documenté. De ce fait, une autre étude, en continuité d'un stage de recherche du MROPA effectué en 2009 (Akuetevi, 2009), devrait être continuée dans le cadre d'une thèse (voir ci-dessous) afin d'analyser en détails les distributions verticales des courants zonaux et de la structure hydrologique au nord du Golfe de Guinée, et leurs variabilités saisonnières et interannuelles, à partir de mesures in situ (campagnes EQUALANT, EGEE et PIRATA) et à partir de simulations MERCATOR. Un second travail de thèse portera sur l'exploitation des mesures hydrologiques, courantométriques et de sels nutritifs obtenues pendant les campagnes EGEE afin d'analyser la distribution de ces derniers en lien avec l'upwelling équatorial.

b) perspectives de formation et de renforcement des capacités au Sud :

Mes perspectives se situent principalement dans la continuité des actions que j'ai entreprises depuis mon affectation au Bénin. En effet, l'initiation du Programme PROPAO et le lancement du Master 2 Régional d'Océanographie Physique et Applications, avec les activités de recherche associées liées au programme « Chaires Croisées » entre l'UPS, l'UAC et l'IRD (qui prend fin en 2010), à la convention avec TOTAL (avec l'IRD, l'UPS et l'UAC,

renouvelable en 2012), et au MoU signé avec l'UNILAG (Nigéria) sont des entreprises que je souhaite accompagner le temps qui sera nécessaire pour assurer leur pérennisation et pour la formation d'étudiants et d'enseignants-chercheurs locaux capables de prendre la relève d'ici quelques années, afin que la dynamique entamée depuis 2007 puisse porter ses fruits. ...

Ces activités doivent effectivement pouvoir être consolidées et prolongées, afin de pouvoir initier et continuer des études sur l'environnement côtier (érosion, niveau de la mer, salinisation, ressources) notamment au vu de la forte exposition des pays côtiers de la région aux changements climatiques en cours (élévation du niveau de l'océan, forts coups de vent et houle en été boréal accentuant l'érosion, salinisation des eaux souterraines côtières...). Je m'attacherai donc dans les prochains mois à coordonner l'élaboration d'un projet régional d'océanographie physique lié au climat, aux impacts des changements climatiques en cours et au développement d'un réseau d'observations régionales nécessaires pour appréhender au mieux les conditions océaniques et leurs évolutions dans les régions nord du Golfe de Guinée. D'ores et déjà, un projet de Jeune Equipe Associée à l'IRD (JEAI) est en cours de rédaction avec le LAPA-MF afin de développer des études scientifiques initiées dans le cadre de PROPAO ou rendues désormais possibles grâce aux données acquises, et à la banque de données régionale réalisée, pendant ce programme.

Ces actions se situent pleinement dans les priorités de l'IRD, et également dans la logique des actions scientifiques et de renforcement des capacités initiées dans le contexte du programme AMMA. De fait, elles sont aussi effectuées en très étroite concertation avec les activités qui relèvent d'EGEE/AMMA et PIRATA dans le Golfe de Guinée. Ainsi par exemple, les campagnes PIRATA doivent être des opportunités pour former des jeunes scientifiques aux techniques de mesures à la mer et au traitement de données, ce qui est déjà initié par l'organisation de 2 jours de mer dédiés aux étudiants du MROPA au large du Bénin. De même, l'organisation régulière d'ateliers de formation (théorique et pratique sur l'acquisition et le traitement de données, l'analyse scientifique de produits etc...) et de recherche, éventuellement en partenariat avec des collègues des USA agissant de même dans les pays anglophones voisins (Nigéria et Ghana), et avec les autres programmes de soutien et de formation initiés par des chercheurs du LOCEAN et du LPO à Dakar (Sénégal) et à CapeTown (Afrique du Sud) respectivement.

Pour mener au mieux ces actions de recherche et de formation engagées en Afrique de l'Ouest et au Bénin plus particulièrement, mes activités à court terme vont aussi consister à aider les partenaires à finaliser un projet régional de plus grande envergure que PROPAO et à lui trouver des financements, afin de pouvoir asseoir ce programme régional dans la durée, maintenir et étendre le réseau de mesures côtières vers l'est et l'ouest voire l'équiper de matériel supplémentaire (notamment via la prise en compte du maintien de cinq marégraphes installés en Afrique de l'Ouest dans le cadre de GLOSS et ODINAFRICA, en réponse à une demande du COI de l'UNESCO). J'ai déjà commencé ce travail, notamment en contribuant à la définition du document AMMA ISP-2 et en engageant des pistes de réflexion avec les partenaires régionaux impliqués dans PROPAO afin d'être prêts à répondre aux prochains appels d'offre potentiels, notamment de l'International Council of Scientific Union / Regional Office for Africa (ICSU-ROA) et la National Research Foundation (NRF), de l'UEMOA, et des possibles continuations d'AMMA (AMMA 2).

Pour renforcer les équipes régionales à court terme, je vais encadrer dès cette année deux étudiants en thèse supplémentaires (les sujets sont explicités à la page précédente) et vais contribuer activement à aider les actuels et futurs étudiants du MROPA à trouver des bourses ainsi que des contacts potentiels pour cela dans d'autres pays potentiels d'accueil (Brésil, Inde, Allemagne, USA, Afrique du Sud...).

VI : REFERENCES

(Citées dans le texte, exceptées celles auxquelles j'ai contribué – listées en Annexe I-)

- Akuetevi, C. : Analyse des conditions hydrologiques et courantométriques au nord du Golfe de Guinée, à partir de mesures in situ. Stage de Master 2 Régional d' « Océanographie physique et applications » de la CIPMA (5 mois), responsable : B. Bourlès, 2009.
- Amault, S., Variations saisonnières de la topographie dynamique et de la circulation superficielle de l'Océan Atlantique Tropical, *thèse de l'Université P. et M. Curie, Paris VI*, 1984.
- Amault, S., Y. Ménard, and J. Merle, Observing the Tropical Atlantic Ocean in 86-87 from altimetry, *J. Geophys. Res.*, 95, 17,921-17,945, 1990.
- Athie G, and F. Marin, Cross-equatorial structure and temporal modulation of intraseasonal variability at the surface of the Tropical Atlantic Ocean. *Journal of Geophysical Research* 113: C08020, doi:10.1029/2007JC004332, 2008
- Böning, C. W., and F. Schott, Deep currents and the eastward salinity tongue in the equatorial Atlantic: Results from an eddy-resolving, primitive equation model, *J. Geophys. Res.*, 98, 6991-6999, 1993.
- Caniaux, G., H. Giordani, J.L. Redelsperger, F. Guichard, E. Key and M. Wade, Coupling between the Atlantic 1 Cold Tongue and the African monsoon in boreal Spring and Summer, , *submitted to J. Climate*, 2010.
- Coëtlogon, G., S. Janicot, and A. Lazar, Intraseasonal variability of the ocean-atmosphere coupling in the Gulf of Guinea during boreal spring and summer. *Q. J. Roy. Met. Soc.*, 136(s1): 426–441, doi 10.1002/qj.554, 2010.
- Cronin, M. F. and McPhaden, M. J., Barrier layer formation during westerly wind bursts. *J. Geophys. Res.*, 107(C12):2101-2112, 2002.
- Davey et al., STOIC: a study of coupled model climatology and variability in tropical ocean regions, *Climate Dyn.*, 18: 403-420, 2002.
- Delécluse, P., Dynamique Equatoriale: Influence des frontières Est et Ouest, *thèse de doctorat d'état, Paris VI*, 1984.
- Eriksen, C. C., Geostrophic equatorial deep jets, *J. Mar. Res.*, 40, suppl. 143-157, 1982.
- Fine RA. and R.L. Molinari. A continuous deep western boundary current between Abaco (26.5°N) and Barbados (13°N), *Deep-Sea Res.*, 35, 1441-1450, 1988.
- Firing, E., Deep zonal currents in the central equatorial Pacific, *J. Mar. Res.*, 45,791-812, 1987.
- Firing, E., S. E. Wijffels, and P. Hacker, Equatorial subthermocline currents across the Pacific, *J. Geophys. Res.*, 103, 21,413– 21,423, 1998.
- Gouriou, Y., et G. Reverdin, Isopycnal and diapycnal circulation of the upper equatorial Atlantic ocean in 1983-1984, *J. Geophys. Res.*, 22, 25165-25179, 1992.
- Hazeleger, W., P. de Vries, and Y. Friocourt, Sources of the equatorial undercurrent in the Atlantic in a high-resolution ocean model. *J. Phys. Oceanogr.*, 33, 677–693, 2003.
- Hénin, C., P. Hisard, and B. Piton, Observations hydrologiques dans l'océan Atlantique équatorial (juillet 1982-août 1984). *FOCAL, vol.1, Ed. ORSTOM, Coll. « Travaux et Documents » n°196, Paris*, 1986.
- Hisard, P., « Mise en évidence du contre-courant équatorial dans les océans Pacifique et Atlantique au cours de la première moitié du XIX^{ème} siècle », *Océanis*, 19 :1-56, 1993.
- Hua, B. L., D. W. Moore, and S. Le Gentil, Inertial non-linear equilibration of equatorial flows, *J. Fluid Mech.*, 331, 345–371, 1997.
- Johns W.E., T.N. Lee, F.A. Schott, R.J. Zantopp and R.H. Evans. The North Brazil Current Retroflexion: Seasonal Structure and Eddy Variability. *J. Geophys. Res.*, 95, C12, 22103-22120, 1990.

- Johnson, G. C., and D. W. Moore, The Pacific subsurface countercurrents and an inertial model, *J. Phys. Oceanogr.*, 27, 2448–2459, 1997.
- Katz, E. J., and S. Garzoli, Response of the western equatorial Atlantic Ocean to an annual wind cycle. *J. Mar. Res.*, 40 (Suppl.), 307–327, 1982.
- Khripounoff, A., Vangriesheim, A., Babonneau, N., Crassous, P., Dennielou, B., Savoye, B.. Direct observation of intense turbidity current activity in the Zaire submarine valley at 4000m water depth. *Marine Geology* 194, 151–158, 2003.
- Liu, Z., and S. G. H. Philander, How different wind stress patterns affect the tropical subtropical circulations of the upper ocean. *J. Phys. Oceanogr.*, 25, 449–462, 1995.
- Luyten, J. R., and J. C. Swallow, Equatorial undercurrents, *Deep Sea Res.*, 23,999-1001, 1976.
- Ménard, Y., Observing the seasonal variability in the tropical Atlantic from altimetry, *J. Geophys.Res.*, 93, 13,947-13,978, 1988.
- Mercier, H., M. Arhan, and J. R. E. Lutjeharms, Upper- layer Circulation in the eastern Equatorial and South Atlantic Oceans in January -March 1995, *Deep-Sea Research I*, 50, 863–887, 2003.
- Merle, J., M. Fieux, and P. Hisard: Annual signal and interannual anomalies of sea surface temperature in the eastern equatorial Atlantic Ocean. *Deep-Sea Res.*, 26, 77–101, 1980.
- Merle, J., « Océan et Climat », 222pp, *IRD Editions*, 2006.
- Michel, S. et A.M. Tréguier : Sensitivity of the Equatorial Undercurrent to mixing parameterisations in the CLIPPER model, *Rapport DRO/LPO no. 02-16*, 35 pp., 2002.
- Miller, L., R. E. Cheney, and D. Milbert, Sea level time series in the equatorial Pacific from satellite altimetry, *Geophys. Res. Lett.*, 13, 375-478, 1986.
- Du Penhoat, Y., and A. M. Tréguier, The seasonal linear response of the tropical Atlantic Ocean, *J. Phys. Oceanogr.*, 15, 316-329, 1985.
- Philander, R. G. H., and R. C. Pacanowski, Simulation of the seasonal cycle in the tropical Atlantic Ocean, *Geophys. Res. Lett.*, 13, 802-804, 1984.
- Philander, R. G. H., and R. C. Pacanowski, A model of a seasonal cycle in the tropical Atlantic, *J. Geophys. Res.*, 91, 14,192- 14,206, 1986.
- Picaut, J.: Propagation of the seasonal upwelling in the eastern equatorial Atlantic. *J. Phys. Oceanogr.*, 13, 18–37, 1983.
- Polo, I., A. Lazar, B. Rodriguez-Fonseca and S. Arnault S, Oceanic Kelvin waves and tropical Atlantic intraseasonal variability: 1. Kelvin wave characterization. *Journal of Geophysical Research* 113: C07009, doi:10.1029/2007JC004495, 2008.
- Ponte, R. M., J. Luyten, and P. L. Richardson, Equatorial deep jets in the Atlantic Ocean, *Deep Sea Res., Part A*, 37, 711-713, 1990.
- Ponte and Luyten, Deep velocity measurements in the western equatorial Indian Ocean, *J. Phys. Oceanogr.*, 20, 44-52, 1990.
- Provost, C., and R. Salmon, A variational method for inverting hydrographic data, *J. Mar. Res.*, 44, 1-34, 1986.
- Reverdin, G., R. Weiss, and W. Jenkins, Ventilation of the Atlantic Ocean equatorial thermocline, *J. Geophys. Res.*, 98, 16,289– 16,310, 1993.
- Richter and Xie, On the origin of equatorial Atlantic biases in coupled general circulation models, *Climate Dynamics*, 31, 5, 587-598, 2008.
- Rowe, G. D., E. Firing, and G. Johnson, Pacific Equatorial Subsurface Countercurrent velocity, transport, and potential vorticity, *J. Phys. Oceanogr.*, 30, 1172– 1187, 1999.
- Rual, P., Courants équatoriaux profonds, *Deep Sea Res.*, 16, 387-391, 1969.
- Schmid, C., R. L. Molinari, and S. L. Garzoli, New observations of the intermediate depth circulation in the tropical Atlantic, *J. Mar. Res.*, 59, 281– 312, 2001.

- Schott, F.A., J. Fischer, J. Reppin and U. Send, On Mean and Seasonal Currents and Transports at the Western Boundary of the Equatorial Atlantic, *J. Geophys. Res.*, 98, C8, 14353-14368, 1993.
- Schott, F. A., J. Fischer, and L. Stramma, Transports and pathways of the upper-layer circulation in the western tropical Atlantic, *J. Phys. Oceanogr.*, 28, 1904–1928, 1998.
- Send, U., C. Eden, and F. Schott, Atlantic Equatorial Deep Jets: Space/time structure and cross-equatorial fluxes, *J. Phys. Oceanogr.*, 32(3), 891– 902, 2002.
- Servain J., A. J. Busalacchi , M.J. McPhaden, A.D. Moura, G. Reverdin, M. Vianna, and S. Zebiak: A Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic (PIRATA). *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 79, 2019-2031, 1998.
- Stramma, L., and F. A. Schott, The mean flow field of the tropical Atlantic Ocean, *Deep-Sea Res.*, II, 46(29), 279– 303, 1999.
- Thierry, V., Observation et modélisation de la variabilité saisonnière dans l’océan Atlantique Equatorial profond, *Thèse de doctorat, Université de Bretagne, UBO 701, 211 pp.*, 2000.
- van Bennekom, A.J., Silica signals in the South Atlantic. In: *Wefer, G., Berger, W.H., Siedler, G., Webb, D. (Eds.), The South Atlantic: Present and Past Circulation. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 345–354*, 1996.
- Vialard, J. & Delecluse, P., An OGCM study for TOGA decade. Part I: Role of salinity in the physics of the western Pacific fresh pool, *J. Phys. Oceanogr.*, 28:1071-1088, 1998a.
- Vialard, J. & Delecluse, P., An OGCM study for TOGA decade. Part II: Barrier layer formation and variability. *J. Phys. Oceanogr.*, 28:1089-1106, 1998b.
- Wacongne, S., and B. Piton, The near-surface circulation in the northeastern corner of the South Atlantic ocean, *Deep-Sea Res.*, 39(7/8), 1273– 1298, 1992.
- Weingartner, T. J., and R. H. Weisberg: On the annual cycle of equatorial upwelling in the central Atlantic Ocean. *J. Phys.Oceanogr.*, 21, 68–82, 1991
- Weiss, R.F., J.L. Bullister, R.H. Gammon, and M.J. Wamer, Atmospheric chlorofluoromethanes in the deep equatorial Atlantic, *Nature*, 314, 608-610, 1985.
- Zenk, W., and N.G. Hogg, Warming trend in Antarctic Bottom Water flowing into the Brazil Basin. *Deep-sea Research*, I 43 (9), 1461-1473, 1996.

ANNEXE : LISTE BIBLIOGRAPHIQUE ET BILAN D'ACTIVITES

VII.a : Liste de publications écrites

(Note : les publications écrites avec des étudiants encadrés, dont les noms sont mentionnés en gras, sont surlignées en gris ; voir les détails des encadrements chapitres IV et VII.c)

- Articles primaires, périodiques à comité de lecture:

1. Provost, C., **B. Bourlès**, S. Gana, F. Martel, and M. Suk : Modélisation inverse et variabilité altimétrique: application à une région de l'Atlantique central nord, In : *Actes du colloque d'océanographie spatiale (Brest, 19-20/11/1985)*, *Oceanologica Acta*, 63-72, 1987.
2. **Bourlès, B.**, S. Arnault, and C. Provost : On altimetric data assimilation experiments in a linear model of the Tropical Atlantic ocean, *Oceanologica Acta*, 15, 5, 1992.
3. **Bourlès, B.**, S. Arnault, and C. Provost : Toward data assimilation experiments in a Tropical Atlantic model, *J. Geophys. Res.*, 97, C12, 1992.
4. Colin, C., and **B. Bourlès** : Western boundary currents and transports off French Guiana as inferred from Pegasus observations, *Oceanologica Acta*, 17, 2, 1994.
5. Colin, C., **B. Bourlès**, R. Chuchla, and F. Dangu : Western boundary currents and transports off French Guiana as observed from moored current measurements, *Oceanologica Acta*, 17, 4, 1994.
6. Arhan, M., H. Mercier, **B. Bourlès**, and Y. Gouriou, Hydrographic sections across the Atlantic at 7°30N and 4°30S, *Deep Sea Res.*, 145, 829-872, 1998.
7. Andrié, C., J. F. Ternon, M. J. Messias, L. Memery, and **B. Bourlès**, Chlorofluoromethanes distributions in the deep equatorial Atlantic during January-March 1993, *Deep Sea Res.*, 145, 903-930, 1998.
8. **Bourlès, B.**, R. L. Molinari, E. Johns, D. W. Wilson, and K. Leaman, A synoptic study of the upper layer circulation in the western tropical north Atlantic, *J. Geophys. Res.*, 104, C1, 1361-1376, 1999a.
9. **Bourlès, B.**, Y. Gouriou, and R. Chuchla, On the circulation in the upper layer in the western equatorial Atlantic, *J. Geophys. Res.*, 104, C9, 21,151-21,1706, 1999b.
10. Gouriou, Y., **B. Bourlès**, H. Mercier, and R. Chuchla, Deep jets in the equatorial Atlantic ocean, *J. Geophys. Res.*, 104, C9, 21,217-21,226, 1999.
11. Arnault, S., **B. Bourlès**, Y. Gouriou, and R. Chuchla, Intercomparison of the upper layer circulation of the western equatorial Atlantic ocean : in situ and satellite data, *J. Geophys. Res.*, 104, C9, 21,171-21,194, 1999.
12. Andrié, C., J. F. Ternon, **B. Bourlès**, Y. Gouriou, and C. Oudot, Tracer distributions and deep circulation in the western tropical Atlantic during CITHER1 and ETAMBOT cruises (1993-1996), *J. Geophys. Res.*, 104, C9, 21,195-21,215, 1999.
13. **Pailler, K.**, **B. Bourlès**, and Y. Gouriou, The barrier layer in the western tropical Atlantic, *Geophys. Res. Lett.*, Vol.26, 14, 2069-2072, 1999.
14. Gouriou, Y., C. Andrié, **B. Bourlès**, S. Freudenthal, S. Arnault, A. Aman, G. Eldin, Y. DuPenhoat, F. Baurand, F. Gallois, et R. Chuchla, Deep circulation in the Equatorial Atlantic Ocean, *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 28, No. 5, 819-822, 2001.
15. **Bourlès, B.**, **M. D'Orgeville**, G. Eldin, R. Chuchla, Y. Gouriou, Y. DuPenhoat, and S. Arnault, On the thermocline and subthermocline eastward currents evolution in the Eastern Equatorial Atlantic, *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 29, No. 16, doi:10.1029/2002GL015098, 2002.
16. **Bourlès, B.**, C. Andrié, Y. Gouriou, G. Eldin, Y. DuPenhoat, S. Freudenthal, B. Dewitte, F. Gallois, R. Chuchla, F. Baurand, A. Aman et G. Kouadio, The deep equatorial currents in the eastern Equatorial Atlantic Ocean, *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 30, No. 5, 8002, doi:10.1029/2002GL015095, 2003.
17. Molinari, R. L., S. Bauer, D. Snowden, G. C. Johnson, **B. Bourlès**, Y. Gouriou, and H. Mercier, A comparison of kinematic evidence for tropical cells in the Atlantic and Pacific oceans, *IAPSO special issue: Interhemispheric Water Exchange in the Atlantic Ocean*, edited by G.J.Goni and P.Manalotte-Rizzoli, Elsevier Oceanography Series, 68, 269-286, 2003.
18. Andrié, C., Y. Gouriou, **B. Bourlès**, J.F. Ternon, E.S. Braga, P. Morin, and C. Oudot, Variability of AABW characteristics in the equatorial channel at 35W, *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 30, No. 5, doi:10.1029/2002GL015766, 2003.
19. Schott, F. A., M. Dengler, P. Brandt, K. Affler, J. Fischer, **B. Bourlès**, Y. Gouriou, R. L. Molinari, M. Rhein, The zonal currents and transports at 35°W in the tropical Atlantic, *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 30, No. 7, doi:10.1029/2002GL016849, 2003.
20. Braga, E. S., C. Andrié, **B. Bourlès**, A. Vangriesheim, F. Baurand, and R. Chuchla, Congo River signature and deep circulation in the eastern Guinea Basin, *Deep Sea Res. I*, doi: 10.1016, 51 (8), 1057-1073, 2004.

21. Arnault, S., G. Eldin, B. Bourlès, Y. DuPenhoat, Y. Gouriou, A. Aman, R. Chuchla, F. Gallois, E. Kestenare, et F. Marin, In situ and satellite data in the tropical Atlantic ocean during the EQUALANT99 experiment, *Int. J. Rem. Sens.*, 25 (7-8), 1291-1296, 2004.
22. Schmid C., B. Bourlès, and Y.Gouriou, Impact of the deep equatorial jets on the zonal transport in the Atlantic, *Deep Sea Res., Part II*, 52(3-4):409-428, 2005.
23. Silva, A.C., M.Araujo, C.Medeiros, M.Silva, and B.Bourlès, Analysis of the Amazonian water lenses along the North Brazilian Coast, *Braz. J. Oceanogr.*, 53 (3/4), 88-98, 2005a.
24. Silva, A.C., M.Araujo, and B.Bourlès, Variação Sazonal das estruturas de massas de água na plataforma continental do amazonas e área oceânica adjacente, *Rev. Brasil. Geofis. (Braz. Geophys. Rev.)*, RBGf 23(2), 1-13, 2005b.
25. Arhan, M., A.M. Tréguier, B. Bourlès, and S. Michel, Analysis of the structure and variability of the Equatorial UnderCurrent in the Atlantic Ocean, *J. Phys. Oceanogr.*, 36, 1502-1522, 2006.
26. Brandt, P., F.A. Schott, C. Provost, A. Kartavtseff, V. Hormann, B.Bourlès, and J. Fischer: Circulation in the central equatorial Atlantic: Mean and intraseasonal to seasonal variability, *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 33, No. 7, doi/10.1029/2005GL025498, 2006.
27. Measey, J., M. Vences, R.C. Drewes, Y.Chiari, M. Melo and B.Bourlès, Freshwater paths into the ocean: molecular phylogeni of the frog *Ptychadena newtoni* gives insights into amphibian colonisation of oceanic islands, *J. of Biogeogr.*, 34-1, 7-20, 2007.
28. Bourlès, B., R. Lumpkin, M.J. McPhaden, F. Hernandez, P. Nobre, E. Campos, L.Yu, S. Planton, A.J. Busalacchi, A.D. Moura, J. Servain, and J. Trotte, The PIRATA program: history, accomplishments and future directions, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 89(8), 1111-1125, doi/10.1175/2008BAMS2462.1, 2008.
29. Brandt, P., V. Hormann, B. Bourlès, J. Fischer, F.A. Schott, L. Stramma & M. Dengler, Oxygen tongues and zonal currents in the equatorial Atlantic, *J. Geophys. Res.*, 113, C04012, doi/10.1029/2007JC004435, 2008.
30. Janicot, S., C. D. Thorncroft, A. Ali, N. Asencio, G. Berry, O. Bock, B. Bourlès, G. Caniaux, F. Chauvin, A. Deme, L. Kergoat, J.-P. Lafore, C. Lavaysse, T. Lebel, B. Marticorena, F. Mounier, P. Nedelec, J.-L. Redelsperger, F. Ravegnani, C. E. Reeves, R. Roca, P. de Rosnay, H. Schlager, B. Sultan, M. Tomasini, A. Ulanovsky, and ACMAD forecasters team, Large-scale overview of the summer monsoon over West Africa during the AMMA field experiment in 2006, *Annale Geophysicae*, 26, 2569-2595, 2008.
31. Rouault, M., J. Servain, C.J.C. Reason, B. Bourlès, M.J. Rouault, and N. Fauchereau, Extension of PIRATA in the Tropical South East Atlantic: An initial One-Year Experiment, *Afr. J. of Mar. Scien.*, 31-1, 63-71(9), 2009.
32. Silva, A.C., B. Bourlès, and M. Araujo, Circulation of the thermocline salinity maximum waters off the northern Brazil as inferred from in situ measurements and numerical model results, *Annales Geophysicae*, 27, 1861-1873, 2009.
33. Bourras, D., A. Weill, G. Caniaux, L. Eymard, B. Bourlès, S. Letourneur, D. Legain, E. Key, F. Baudin, B. Piguet, O. Traullé, G. Bouhours, B. Sinardet, J. Barrié, J.P. Vinson, F. Boutet, and C. Berthod, and A. Cléménçon, Turbulent Air-Sea Fluxes in the Gulf of Guinea during the AMMA Experiment, *J. Geophys. Res.*, 114, C04014, doi:10.1029/2008JC004951, 2009.
34. Kolodziejczyk, N., B. Bourlès, F. Marin, J. Grelet & R. Chuchla, The seasonal variability of the Equatorial Undercurrent and the South Equatorial Undercurrent at 10°W as inferred from recent in situ observations, *J. Geophys. Res.*, 114, C06014, doi 10.1029/2008JC004976, 2009.
35. Marin, F. G. Caniaux, B. Bourlès, H. Giordani, Y. Gouriou and E. Key, why were sea surface temperature so different in the eastern equatorial Atlantic in June 2005 and 2006?, *J.Phys. Ocean.*, 39, 1416-1431, doi: 10.1175/2008JPO4030.1, 2009.
36. Lebel, T., D.J. Parker, B. Bourlès, C. Flamant, B. Marticorena, C. Peugeot, A. Gaye, J. Haywood, E. Mougin, J. Polcher, J.L. Redelsperger, C.D. Thorncroft: The AMMA field campaign: multiscale and multidisciplinary observations in the West African region. *Q.J.R.Meteorol.Soc.*, doi 10.2002/qj.486, 2009.
37. Reverdin, G., F. Marin, B. Bourlès and P. L'Herminier, XBT temperature errors during French research cruises (1999-2007). *J. Atm. Oc. Tech.-Oceans*, 26, 2462-2473, doi: 10.1175/2009JTECHO655.1, 2009.
38. Athie, G., F. Marin, A.-M. Treguier, B. Bourlès and C. Guivarc'h, Sensitivity of near surface Tropical Instability Waves to sub-monthly wind forcing in the tropical Atlantic, *Ocean Modelling*, 30, 241-255, 2009.
39. Rhein, M., M. Dengler, J. Sueltenfuss, R. Hummels, S. Huettl-Kabus, and B. Bourlès, Upwelling in the Equatorial Atlantic inferred from helium isotope disequilibrium, *J. Geophys. Res.*, 115, C8, C08021, doi:10.1029/2009JC005772, 2010.
40. Ali E.K., Y.K.Kouadio, E.P.Zahiri, A.Aman, A.P.Assamoi, and B.Bourlès, Influence of the Gulf of Guinea Coastal Upwellings on the Precipitations along its northern coasts during the boreal summer period, *in press in Asian Journal of Applied Sciences*, 21836-AJAPS-KR, 2010.

41. Brandt, P., G. Caniaux, B. Boulès, A. Lazar, M. Dengler, A. Funk, V. Hormann, H. Giordani and F. Marin, Equatorial upper-ocean dynamics and their interaction with the West African monsoon, *in press in Atmospheric Science Letters*, doi: 10.1002/asl.287, 2010.

- Articles soumis:

- Danuor, S., A. Gaye, H. Yakouba, A. Mariko, M.I. Bouzou, M. Maiga, D. Da, K. Ginoux, D.J. Parker, J. Polcher, K. Laval, D. Diallo, and B. Boulès, Education in meteorology and climate sciences in West Africa, *Atmospheric Science Letters*, 2010.
- Dengler, M., B. Boulès, R. Chuchla, and J.M. Tool, Deep diurnal cycle turbulence due to Tropical Instability Waves in the Atlantic at 10°W, *resubmitted to Geophys. Res. Lett.*, 2010.
- Lebel, T., D.J. Parker, B. Boulès, C. Flamant, B. Marticorena, C. Peugeot, A. Gaye, J. Haywood, E. Mougin, J. Polcher, J.L. Redelsperger, C.D. Thorncroft The AMMA Field Campaigns: accomplishments and lessons learned, *Atmospheric Science Letters*, 2010.

- Articles en préparation:

- Kolodziejczyk, N., F. Marin, Y. Gouriou, and B. Boulès, The Equatorial Undercurrent Termination in the Gulf of Guinea during the Boreal Summer, *Geophys. Res. Lett.*, 2010.

-Résumés de colloques :

1. Boulès, B., Variabilité de la hauteur dynamique dans l'Atlantique tropical vue par l'altimétrie, dans 'Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire', collection « colloques et séminaires », éditions ORSTOM, 1992.
2. Colin, C., and B. Boulès, Western boundary currents in front of French Guiana, dans 'Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire', collection « colloques et séminaires », éditions ORSTOM, 1992.
3. Servain J., B. Boulès, et S. Planton : Le Programme PIRATA : Réalisations, Exploitation, Développement. *Recueil de communications de l'Atelier Expérimentation et Instrumentation (AEI). Paris, France, 23-24 mars 2004, 6 pp.*, 2004.
4. Caniaux, G., H. Giordani, B. Boulès and Y. DuPenhoat, Air-sea interactions during the EGEE/AMMA experiment: necessary requirements, *Extended abstract for OSI SAF (Ocean and Sea Ice Satellite Application Facility) Workshop, Perros-Guirec, (France), 15-16 mars 2005.*
5. Arhan, M., Treguier, A.M., B. Boulès, and Michel, S., Diagnosing the annual cycle of the equatorial undercurrent in the Atlantic ocean from a general circulation model, *Geophysical Research Abstracts, Vol.7, 03458, European Geosciences Union, 2005.*
6. Boulès, B., Y.Gouriou, F.Marin, G.Eldin & Y.DuPenhoat : The EGEE 1&2 oceanographic cruises in the Gulf of Guinea; *AMMA 1st international Conference, Dakar (Sénégal), 28 nov-4 déc. 2005, Extended abstracts (recueil et page web AMMA), octobre 2006.*
7. Boulès, B., R.L. Molinari, and P. Brandt, Oceanic campaigns and measurements from open ocean (AMMA Task Team n°6) ; *AMMA 1st international Conference, Dakar (Sénégal), 28 nov-4 déc. 2005, Extended abstracts (recueil et page web AMMA), octobre 2006.*
8. Dagorne, D., B. Boulès & P. Le Borgne : Température de la surface de la mer du Golfe de Guinée par satellite pendant les campagnes EGEE/AMMA 2005; *AMMA 1st international Conference, Dakar (Sénégal), 28 nov-4 déc. 2005, Extended abstracts (recueil et page web AMMA), octobre 2006.*
9. Boulès, B., G. Caniaux, Y. DuPenhoat, Y.Gouriou, A. Weill, D. Bourras, F. Marin, H. Giordani & A. Bentamy : La Campagne EGEE3/AMMA, *The EGEE3/AMMA experiment; AMMA 1st international Conference, Dakar (Sénégal), 28 nov-4 déc. 2005, Extended abstracts (recueil et page web AMMA), octobre 2006.*
10. Dagorne, D., M. Juza, F. Roubaud, & B. Boulès, Observations météorologiques à SAO-TOME : Exploitation – Comparaison - Application; *AMMA 1st international Conference, Dakar (Sénégal), 28 nov-4 déc. 2005, Extended abstracts (recueil et page web AMMA), octobre 2006.*
11. Kolodziejczyk, N., D. Dagorne, & B. Boulès: Validation de SST satellite TMI (TRMM - Microwave Imager) dans le Golfe de Guinée; *AMMA 1st international Conference, Dakar (Sénégal), 28 nov-4 déc. 2005, Extended abstracts (recueil et page web AMMA), octobre 2006.*
12. Giordani, H., G. Caniaux, F.Marin, Y.DuPenhoat, D.Bourras, B. Boulès, and A.M. Tréguier, Ocean-Atmosphere Modelling Strategy during EGEE-AMMA; *AMMA 1st international Conference, Dakar (Sénégal), 28 nov-4 déc. 2005, Extended abstracts (recueil et page web AMMA), octobre 2006.*

13. Aman, A., G. Eldin, B. Bourlès et Y. Kouadio : Dynamique spatio-temporelle de l'upwelling ivoiro-ghanéen ; *AMMA 1st international Conference, Dakar (Sénégal), 28 nov-4 déc. 2005, Extended abstracts (recueil et page web AMMA)*, octobre 2006.
14. Bunge, L., C.Provost, A.Kartavtseff and B. Bourlès: Comparison of Current Variability at 10° W and 23° W on the Equator, *Geophysical Research Abstracts, EOS-Trans. AGU 87(36), AGU Ocean Sciences Meeting, Honolulu-Hawai (USA)*, février 2006.
15. Dengler, M., B. Bourlès, and J. Toole, Deep diurnal cycle turbulence due to Tropical Instability Waves in the Atlantic at 10°W, *Geophysical Research Abstracts, European Geophysical Union, Vienne*, avril 2006.
16. Brandt, P., F.A. Schott, C. Provost, A. Kartavtseff, V. Hormann, B. Bourlès, and J. Fischer, Circulation in the central equatorial Atlantic: Mean and intraseasonal to seasonal variability, *Geophysical Research Abstracts, European Geophysical Union, Vienne*, avril 2006.
17. McPhaden, M.J., K. Ando, B. Bourlès, H. P. Freitag, R. Lumpkin, Y. Masumoto, V.S.N. Murty, P. Nobre, M. Ravichandran, J. Vialard, D. Vousden, and W. Yu., The Global Tropical Moored Buoy Array, *In Proceedings of the "OceanObs'09: Sustained Ocean Observations and Information for Society" Conference (Vol. 2), Venice, Italy, 21-25 September 2009, Hall, J., Harrison D.E. and Stammer, D., Eds., ESA Publication WPP-306*, 2010.

- Articles dans des périodiques sans comité de lecture :

1. Andrié, C., Y. Gouriou, B. Bourlès, C.Oudot, and J.F.Ternon, Deep circulation in the western tropical Atlantic inferred from CFCs and L-ADCP measurements during Etambot cruises, *International WOCE newsletter*, 28, 11-13, 1997.
2. Arnault, S., E. Greiner, B. Bourlès, Y.Gouriou, and Y.Ménard, Tropical Atlantic variability : is there anything new on the western front ?, *AVISO altimetry newsletter*, n°6, CNES-NASA-CLS éd. , 1998.
3. Marin, F., Y. Gouriou, and B. Bourlès, Heat flux estimates across A6 and A7 WOCE sections, *International WOCE newsletter*, 31, 28-31, 1998.
4. Andrié, C., Y. Gouriou et B. Bourlès, Une meilleure compréhension des courants profonds en Atlantique équatorial, *Fiches d'Actualités Scientifiques de l'IRD*, n°133, mars 2001.
5. Bourlès, B., Atlantique Equatorial : des courants suivis à la trace..., *Fiches d'Actualités Scientifiques de l'IRD*, n°163, octobre 2002.
6. Bourlès, B., On the Gulf of Guinea and the West African Monsoon, *CLIVAR Exchanges Letters*, n°27, Vol. 8, n°2/3, *CLIVAR-Africa*, 15-16, sept. 2003.
7. Bourlès, B., Golfe de Guinée : Océan et mousson, *Revue Sciences au Sud de l'IRD*, n°33, janvier-février 2006.
8. Redelsperger, J.L., A.Diedhiou, C. Flamant, S. Janicot, JP Lafore, T. Lebel, J. Polcher, B. Bourlès, G. Caniaux, P. De Rosnay, M. Desbois, L. Eymard, B. Fontaine, K. Ginoux, M. Hoepffner, C. Kane, K. Law, C.Mari, B Marticorena, E. Mougin, J.Pelon, C. Peugeot, A.Protat, F.Roux, B.Sultan, E. Van Den Akker, AMMA, une étude multidisciplinaire de la mousson ouest-africaine, *article paru dans la revue "La météorologie"*, n°54, août 2006.
9. Lebel, T., D. J. Parker, B. Bourlès, A. Diedhiou, A. Gaye, J. Polcher, J.-L. Redelsperger, and C. D. Thorncroft, AMMA field campaigns in 2005 and 2006, *GEWEX News*, Vol.17, n°1, February 2007.
10. Bourlès, B., P.Brandt, G.Caniaux, M.Dengler, Y.Gouriou, E.Key, R.Lumpkin, F.Marin, R.L.Molinari, and C.Schmid, African Monsoon Multidisciplinary Analysis (AMMA) : Special measurements in the Tropical Atlantic, *CLIVAR Exchanges Letters*, 41 (Vol. 12, n°2), 7-9, April 2007.
11. Parker, D.J., T.Lebel, and B. Bourlès, Overview of the AMMA observing campaigns, *CLIVAR Exchanges Letters*, 41 (Vol. 12, n°2), 4-6, April 2007.
12. Bourlès, B., EGEE campaigns during the African Monsoon Multidisciplinary Analysis Program, *MERCATOR Newsletter* n°26, July 2007.
13. Lebel, T. & B. Bourlès, Le climat tropical de l'Atlantique à l'Afrique sous l'œil d'AMMA-Catch et PIRATA, *Revue Sciences au Sud de l'IRD*, n°45, juillet-août 2008.
14. Aman, A., Z. Sohoun, R. Djiman, A. K. Armah, R. Folorunsho, A. B. Blivi, & B. Bourlès, Physical Oceanography in the Eastern Equatorial Atlantic: Efforts and Progress in Data Acquisition and Application, *Revue Window Newsletter (IOC/UNESCO, ODINAFRICA)*, Vol. 19, n°1-2, septembre 2008.
15. Bourlès, B., P.Freitag, and M.McPhaden, Moored buoy networks: the key to understanding the tropical Oceans, *Argos Forum* #67, Novembre 2008.
16. Bourlès, B., « Les interactions océan-climat dans le contexte du changement climatique ; implications de l'IRD », note rédigée pour la DIC/IRD, novembre 2008.

- Ecrits divers (rapports, dossiers de synthèse pour évaluations...) :

1. Bourlès, B., La circulation au dessus de la dorsale médioatlantique vue par les données hydrographiques de l'expérience Topogulf et la méthode variationnelle inverse, *Rapport de stage de DEA de l'université Paris VI*, 81pp, 1985.
2. Bourlès, B., Climatology of the tropical Atlantic Ocean with the G.F.D.L. model, *ORSTOM-LODYC, éd. ORSTOM*, 135pp, 1987.
3. Bourlès, B., Assimilation de données de hauteur dynamique dans un modèle linéaire appliqué à l'océan Atlantique tropical, *Thèse de doctorat de l'université Paris VI*, 232pp, 1990.
4. Bourlès, B., and Y. Gouriou, Rapport de mission : campagne Romanche 1, 11/08-07/09 1991, 1991.
5. Bourlès, B., C. Colin, R. Chuchla, and P.Y. Noyer, Note concernant le traitement des mesures effectuées avec une mini-sonde Seabird lors des campagnes NOE, *Note Orstom-Cayenne*, 1991.
6. Bourlès, B., Elaboration d'une banque de données hydrologiques concernant l'océan Atlantique tropical limité par les latitudes 15°Sud-20°Nord et les longitudes 60°W-15°E, « BHATO : Banque Hydrologique de l'Atlantique Tropical », *Note Orstom-Cayenne*, 1993.
7. Bourlès, B., Projet d'étude lors d'un séjour à Miami, 1994-1995, dans le cadre du groupe Westrax ; contexte scientifique, *Note Orstom-Cayenne*, 1994.
8. Bourlès, B., São Tomé et Principe: Environnement climatique et océanique et présentation du programme scientifique EGEE en cours dans le Golfe de Guinée. Note d'information scientifique pour les autorités de São Tomé, juin-juillet 2003.
9. Bourlès, B., R. Chuchla et F. Roubaud, Rapport détaillé de la mission d'installation d'une station météorologique à São Tomé et Principe en octobre 2003, 14pp, novembre 2003.
10. Bourlès, B., « La campagne PIRATA FR12 de janvier-février 2004, note d'illustrations et de vulgarisation », 11pp, mars 2004. Note utilisée pour le site internet du Centre IRD de Bretagne.
11. Bourlès, B., Rédaction des activités LEGOS au Centre IRD de Bretagne, pour le site internet du Centre IRD de Bretagne, juin 2004.
12. Bourlès, B., Document de synthèse relatif à l'ORE PIRATA, rédigé pour évaluation par la CSOA de l'INSU, 44pp, avril 2005.
13. Bourlès, B., A. J. Busalacchi, E. Campos, F. Hernandez, R. Lumpkin, M.J. McPhaden, A.D. Moura, P. Nobre, S. Planton, J. Servain & J. Trotte, PIRATA (*Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic*): Accomplishments of PIRATA: 1997-2005, Status and perspectives, Document prepared for a PIRATA review by CLIVAR -AIP - and OOPC, 89pp, avril 2006.
14. Bourlès, B., Rapport des travaux du programme EGEE/AMMA réalisés dans le cadre du soutien GMMC 2004-2006 (contrat n° 2004/2425061), 14pp, août 2006.
15. Bourlès, B., Rapport des travaux du programme EGEE réalisés dans le cadre du soutien de l'API « Climat » 2003-2007 (au titre de la convention INSU n° O3CV020), 24pp, décembre 2007.
16. Bourlès, B., Cours d'introduction à l'océanographie physique, pour la Chaire Internationale Physique Mathématique et Applications, Université d'Abomey Calavi, 227pp, 2008.
17. Bourlès, B., Report of the PIRATA 14 and Tropical Atlantic Variability (TACE/CLIVAR, AMMA-Ocean, PIRATA) Meetings, 2-6 février 2009, Toulouse.
18. Bourlès, B., Rapport d'activités à mi-parcours du programme régional d'Océanographie Physique en Afrique de l'Ouest (PROPAO), 21pp, mai 2009.
19. Bourlès, B., Document de synthèse relatif au SO/ORE PIRATA, rédigé pour évaluation par le Comité Inter-Organismes Environnement pour l'évaluation des systèmes d'observation labellisés, 42pp, septembre 2009.
20. Bourlès, B., Rapport du colloque « Recherche et Formation en Océanographie au sein des Universités d'Afrique de l'Ouest » de Cotonou, 12pp, novembre 2009.

- Contribution à des projets de recherche :

1. Andrié C., S. Arnault, B. Bourlès, and J. Servain: projet ORSTOM « ECLAT : EQUALANT, 1996-2000 », contribution au programme « CLIVAR-Atlantique tropical », mai 1995.
2. Bourlès, B., Y. Gouriou, C. Oudot, and J.F. Ternon: Proposition de projet post-Etambot « Sabord » (Série d'observations de l'Atlantique Bord Ouest dans la Région Demerara ; 1996-1997), mars 1996.
3. Arnault, S., and B. Bourlès, Circulation océanique de surface dans l'Atlantique tropical, fiche de projet ECOPA, juillet 1997.
4. Arnault, S., J. Boutin, J. Merle, B. Bourlès, Y. Gouriou, B. DeCuevas, D. Webb, E. Greiner, and Y. Menard, Tropical Atlantic variability study (seasonal to decadal time scales) using altimetry, models and in situ observations, *Projet JASON-1*, novembre 1997.

5. Bourlès, B., Programme EGEE « Etude de la circulation océanique et de sa variabilité dans le Golfe de Guinée », projet PNEDC 2002-2005, mars 2001.
6. Bourlès, B., Programme EGEE : volet océanographique d'AMMA -Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine-, projet PATOM et PNEDC 2003-2006, mars 2002.
7. Contribution à l'élaboration du programme international TACE (Tropical Atlantic Climate Experiment), dans le cadre de CLIVAR-Atlantique (2007-2011), Référence ; Schott F., W. Hazeleger, W. Johns, Y. Kushnir, C. Reason and S.P. Xie, with contributions from B. Bourlès, D.Domminget, M.Latif, P.Manalotte-Rizzoli and C.Zhang, document TACE « Tropical Atlantic Climate Experiment » proposal, décembre 2003.
8. Bourlès, B., et Guy Caniaux, « Processus Océaniques et interactions océan-atmosphère » : Documents relatifs au programme EGEE, volet océanographique (océan et flux air-mer) d'AMMA, constituant le « Working Package » WP2.2, et une partie des WP4.2.2 et WP4.2.3 de l'API-AMMA, janvier 2004, dossiers du programme scientifique remis à jour annuellement pour l'API-AMMA.
9. Contribution à « AMMA : Plan d'Implémentation en France », Document produit par le Comité de Coordination Mousson Africaine, sous la coordination de J.L.Redelsperger, 124pp, février 2004.
10. Bourlès, B., Programme EGEE « Etude de la circulation océanique et de sa variabilité dans le Golfe de Guinée », projet GMMC-MERCATOR/CORIOLIS 2004-2005, avril 2004.
11. Brandt, P., B. Bourlès, G.Caniaux & A.Lazar, Ocean processes related to the African Monsoon ; Working Process 2.2 of the AMMA Europe proposal (AMMA-IP), avril 2004. Dossiers du programme scientifique remis à jour annuellement pour AMMA-IP.
13. Bourlès, B., R.L. Molinari & P. Brandt, "Oceanic campaigns and measurements from open ocean (EOP and SOP): Reference Document for The Task Team 6 of the AMMA International Program". Février 2005, dossier du programme scientifique remis à jour annuellement pour AMMA-International (dernière version, Avril 2006).
14. Bourlès, B., Programme EGEE « Etude de la circulation océanique et de sa variabilité dans le Golfe de Guinée : l'expérience 2006 », projet GMMC-MERCATOR/CORIOLIS 2005, avril 2005.
15. Contribution à "The International Science Plan for AMMA", Coordinated by T.Lebel, L.J.Redelsperger, C.Thorncroft, 103pp, mai 2005.
16. Bourlès, B., Plan d'action pour un partenariat scientifique en Afrique de l'Ouest dans le cadre d'EGEE/AMMA, projet proposé transmis aux partenaires africains d'EGEE/AMMA, aux départements DME et DSF de l'IRD et aux responsables du LEGOS et de l'API-AMMA, janvier 2006.
17. Contribution au « AMMA International Implémentation Plan », Document produit par l'AMMA ISSC, mai 2006.
18. Armah, A.K., P. Assamoi, A.B. Blivi, B. Bourlès, R. Djiman, R. Folorunsho & C. Mahan (par ordre alphabétique), Programme régional d'océanographie physique en Afrique de l'Ouest (PROPAO); projet de programme scientifique soumis dans le cadre de l'appel d'offre FSP-RIPIECSA (projets ciblés), avril 2007.
19. Initiateur du programme de Chaires Croisées, établi entre la Chaire internationale de Physique Mathématique et Application (CIPMA, Chaire Unesco) de l'Université d'Abomey-Calavi (Cotonou, Bénin) et l'Université Paul Sabatier (Toulouse, France), dans le cadre de la création d'un Master 2 « océanographie physique et applications » à la CIPMA (année universitaire 2008-2009). Programme soutenu par l'IRD (appel d'offre Chaires Croisées printemps 2008).
20. En tant que membre du AMMA ISSC, contributeur à : « African Monsoon Multidisciplinary Analysis : Achievements and Future Perspectives » ; Concept Note, décembre 2008 et au document de perspectives « The International Science Plan for AMMA 2010-2020 », ISP Phase 2, v1.0, de mars 2010.
21. Arnault, S, et B. Bourlès, projet « Tropical Atlantic Regional Studies using SARAL/Altika », en réponse au SARAL Altika Announcement of Opportunity (AO) proposal submitted to Indian Space Research Organization (ISRO)/ Centre National d'Etudes Spatiales (CNES), février 2010.

- Rapports de données:

1. Bourlès, B., F.Dangu, and D.Nowicki : Présentation des coupes de distributions verticales des paramètres, Campagne Cither-1, *Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne*, 1994.
2. Colin, C., J.Reppin, and B. Bourlès, Mesures de courants avec le profileur Pegasus, Campagne Cither-1, Recueil de données CTDO, traceurs géochimiques et courantométrie, Vol.1/4, *Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne, n°O.P.14*, 1994.
3. Colin, C., R.Chuchla, B. Bourlès, and P.Y.Noyer, Résultats hydrologiques et courantologiques des campagnes NOE : février, mars, avril et octobre 1990, *Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne, n°O.P.3*, 1991.

4. Colin, C., B. Bourlès, J.M.Bore, and P.Y.Noyer, Résultats des observations de courants au Pegasus, campagnes NOE/STACS de septembre 1989, janvier 1990, septembre 1990 et janvier 1991, *Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne*, n°O.P.5, 1991.
5. Colin, C., B. Bourlès, J.M.Bore, and P.Y.Noyer, Résultats des observations de courants au Pegasus, campagne NOE/STACS de juin 1991, *Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne*, n°O.P.6, 1992.
6. Colin, C., J.M.Bore, D.Corre, R.Chuchla, and B. Bourlès, Résultats de courantométrie (mouillage de subsurface), au point 6°11'N-51°01'W, du 27 Novembre 1990 au 15 Septembre 1991, *Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne*, n°O.P.7, 1992.
7. Eldin, G., B. Bourlès, and R.Chuchla : Mesures de courants avec le profileur à effet Doppler de coque (S-ADCP), Campagne Etambot-1, recueil de données, Vol.1/2, *Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne*, n°O.P.22, 1997.
8. Chuchla, R., B. Bourlès, and Y.Gouriou : Mesures de courants avec le profileur à effet Doppler 'profond' (L-ADCP), Campagne Etambot-1, recueil de données, Vol.1/2, *Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne*, n°O.P.22, 1997.
9. Bourlès, B. : Présentation des coupes de distributions verticales des paramètres, Campagne Etambot-1, recueil de données, Vol.1/2, *Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne*, n°O.P.22, 1997.
10. Chuchla, R., B. Bourlès, and Eldin, G.: Mesures de courants avec le profileur à effet Doppler de coque (S-ADCP), Campagne Etambot-2, recueil de données, Vol.1/2, *Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne*, n°O.P.24, 1997.
11. Chuchla, R., B. Bourlès, and Y.Gouriou : Mesures de courants avec le profileur à effet Doppler 'profond' (L-ADCP), Campagne Etambot-2, recueil de données, Vol.1/2, *Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne*, n°O.P.24, 1997.
12. Bourlès, B. : Présentation des coupes de distributions verticales des paramètres, Campagne Etambot-2, recueil de données, Vol.1/2, *Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne*, n°O.P.24, 1997.
13. Chuchla, R., B. Bourlès, and Y.Gouriou : Mesures « en route » : thermosalinographe et profileur de courant SADCP, Campagne Sabord-0, recueil de données, *Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne*, n°O.P.26, 1997.
14. Chuchla, R., B. Bourlès, and Y.Gouriou : Mesures hydrologiques « CTD », Campagne Sabord-0, recueil de données, *Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne*, n°O.P.26, 1997.
15. Bourlès, B., Mesures météorologiques et hydrologiques effectuées par les instruments du N/O THALASSA (navigation, bathymétrie, centrale météorologique, vent, thermosalinographe), Campagne Equalant-99, rapport de campagne à la mer, *Rap. Interne LODYC n°2000-01*, 2000.
16. Chuchla, R., B. Bourlès, and Y.Gouriou, Calibration des mesures CTD-O₂, Campagne Equalant-99, rapport de campagne à la mer, *Rap. Interne LODYC n°2000-01*, 2000.
17. duPenhoat, Y., et B. Bourlès, Bouées dérivantes SVP pendant la campagne Equalant-99, rapport de campagne à la mer, *Rap. Interne LODYC n°2000-01*, 2000.
18. Arnault, S., et B. Bourlès, Expérience de tirs XBT et XCTD lors de la campagne Equalant-99, rapport PNTS, 40 pp., 1999.
19. Arnault, S., et B. Bourlès, Expérience de tirs XBT et XCTD lors de la campagne Equalant-99, rapport de campagne à la mer, *Rap. Interne LODYC n°2000-01*, 2000.
20. Bourlès, B., Dados do cruzeiro Equalant 99, Navio de Pesquisa THALASSA, 13 de julho - 21 de agosto de 1999 (Programa Internacional Hidrográfico CLIVAR), *rapport des données de la campagne Equalant 99 pour les autorités du Brésil*, 2000.
21. Andrié, C., et B. Bourlès, Campagne Equalant-2000, Présentation de la campagne, rapport de campagne à la mer, *Doc. Scient. et Techn. du Centre IRD de Bretagne*, n°2001-89, 2001.
22. Bourlès, B., Mesures météorologiques et hydrologiques effectuées par les instruments du N/O THALASSA (navigation, bathymétrie, centrale météorologique, vent, thermosalinographe), Campagne Equalant-2000, rapport de campagne à la mer, *Doc. Scient. et Techn. du Centre IRD de Bretagne*, n°2001-89, 2001.
23. Chuchla, R., et B. Bourlès, Calibration des mesures CTD-O₂, Campagne Equalant-2000, rapport de campagne à la mer, *Doc. Scient. et Techn. du Centre IRD de Bretagne*, n°2001-89, 2001.
24. Bourlès, B., et Y. Gouriou, Mesures avec le courantomètre à effet Doppler « profond » (LADCP), Campagne Equalant-2000, rapport de campagne à la mer, *Doc. Scient. et Techn. du Centre IRD de Bretagne*, n°2001-89, 2001.
25. duPenhoat, Y., et B. Bourlès, Bouées dérivantes SVP pendant la campagne Equalant-2000, rapport de campagne à la mer, *Doc. Scient. et Techn. du Centre IRD de Bretagne*, n°2001-89, 2001.
26. Bourlès, B., Travaux effectués pendant la campagne PIRATA FR-12 à bord du N/O Atalante, Présentation, + synthèse des rapports des données hydrologiques, chimiques et « en route », *Doc. Scient. et Techn. du Centre IRD de Bretagne*, 2006 (sur site web IRD-Brest).

- Reviews d'articles scientifiques dans revues à comité de lecture et projets de recherche:

- Projets JASON : 2 reviews de projets de recherche, 1999.
- Geophysical Research Letters, 8 reviews, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2008.
- Oceanologica Acta: 1 review, 2002.
- Elsevier Oceanographic Series; Special Issue on 'Interhemispheric Water Exchange in the Atlantic Ocean', 2 reviews, 2002.
- EuroGOOS 3rd Conference Proceedings: 1 review, 2003.
- Deep Sea Research, 3 reviews, 2003, 2004.
- Marine Geodesy JASON Special Issue, 1 review, 2003.
- Journal of Physical Oceanography, 1 review, 2004-2005.
- Projet de recherche ANR, octobre 2006.
- Journal of Geophysical Research, 5 reviews, 2004-2005, 2005, 2006, 2007, 2008.
- Projet de recherche CAPES-COFECUB, 2008.
- Journal «La télédétection », 1 review, 2009.

VII.b : Liste de publications orales ou posters

- communications à congrès (orales) :

(les noms en italiques désignent les orateurs)

Avant 1997 :

1. *Bourlès, B.*, Variabilité de la hauteur dynamique dans l'Atlantique tropical vue par l'altimétrie, *PICG 274, Symposium International sur l'évolution des littoraux des Guyanes, ORSTOM-Cayenne*, 9-14 novembre 1991.
2. *Bourlès, B.*, Application of an inverse method to the North-West equatorial Atlantic ocean, *Réunion Westrax, AOML/NOAA, Miami, USA*, 19-22 février 1991.
3. *Bourlès, B.*, and C.Colin, Etudes des transferts de masse et de chaleur dans la région nord ouest équatoriale de l'Atlantique. Présentation des résultats hydrologiques et courantométriques obtenus au cours des campagnes NOE et NOE/STACS, *Réunion WOCE-France, Brest*, 4-5 octobre 1991.
4. *Arnault, S.*, and *B. Bourlès*, Assimilation de données obtenues par altimétrie dans un modèle linéaire de l'Atlantique tropical, *Journées Altimétrie Satellitaire pour l'Océanographie, Toulouse*, 17-18 octobre 1991.
5. *Bourlès, B.*, and C.Colin, Mass transports from Pegasus measurements in the North-West equatorial Atlantic ocean, *Réunion Westrax, ORSTOM-Cayenne*, 30 novembre-02 décembre 1992.
6. *Bourlès, B.*, C.Colin, and Y.Gouriou, « Mass transports from Pegasus measurements in the north-west equatorial Atlantic ocean » and « Presentation of the ETAMBOT programme; goals and cruises plans », *Réunion Westrax, IFM-Kiel*, 29 juin-02 juillet 1993.
7. *Bourlès, B.*, and C.Colin, Western boundary currents off French Guiana as observed from Pegasus, moored current measurements and deduced from climatology, *XIXe assemblée générale EGS, Grenoble*, 25-29 avril 1994.
8. *Bourlès, B.*, Courants de bord ouest au large de la Guyane Française à partir de mesures courantométriques effectuées à l'aide d'un Pegasus, d'un mouillage et de la climatologie, *Séminaire du LODYC, Paris*, 3 mai 1994.

1997 :

9. *Bourlès, B.*, R. L. Molinari, E. Johns, D. W. Wilson, and K. Leaman, A synoptic study of the upper layer circulation in the western tropical north Atlantic, *XXIIe assemblée EGS, Vienne-Autriche*, Avril 1997.
10. *Gouriou, Y.*, and *B. Bourlès*, Hydrology and currents in the western tropical north Atlantic as observed during Etambot, *XXIIe assemblée EGS, Vienne-Autriche*, Avril 1997.

1998 :

11. *Andrié, C.*, *B. Bourlès*, Y. Gouriou, C. Oudot, and J. F. Ternon, Changes of deep circulation in the western equatorial Atlantic inferred from tracer and current measurements (1993-1996), *XXIIIe assemblée EGS, Nice-France*, Mai 1998.
12. *Bourlès, B.*, Les courants dans la couche de surface océanique (0-400 m) dans l'Atlantique équatorial ouest, *Réunion WOCE-France, Brest*, 23-24 juin 1998.
13. *Bourlès, B.*, *K. Pailler*, and Y. Gouriou, Upper layer hydrology and circulation variability in the western equatorial Atlantic, *Meeting of TAO-Implementation Panel (TIP-7), Abidjan (Côte d'Ivoire)*, Abstract in GOOS Report 68, GCOS Report 52, ICPO Publications Series 26, 11-13 Novembre 1998.

14. Bourlès, B., C. Andrié, and Y. Gouriou, Presentation of the ECLAT-EQUALANT (Equalant 99 and 2000 cruises) programme, *PIRATA-5 Meeting, Abidjan (Côte d'Ivoire)*, 9-10 Novembre 1998.

1999 :

15. Bourlès, B., Y. Gouriou, and **K. Pailler**, La barrière de sel dans l'Atlantique tropical ouest. Les transports du Courant Profond de Bord Ouest à partir des données LADCP obtenues pendant les campagnes Etambot, *Réunion WOCE-France, Paris*, 10 mars 1999.
16. Bourlès, B., Presentation of a project in the Gulf of Guinea during PIRATA, 2001-2004, *PIRATA-6 Meeting, Miami (USA)*, 3-4 Mai 1999.
17. Bourlès, B., C. Andrié, and Y. Gouriou, Presentation of the ECLAT programme, and of EQUALANT cruises (Equalant 99 and 2000 cruises), *Meeting COSTA, Miami (USA)*, 4-7 Mai 1999.
18. Bourlès, B., Arnault S. et Servain J., Présentations des programmes PIRATA-MAAT, *colloque PNEDC-CLIVAR, Toulouse (France)*, 13-14 décembre 1999.
19. Bourlès, B., The EQUALANT program and Gulf of Guinea project, *10th Southern African Marine Science Symposium, SAMSS 2000, Wilderness (South Africa)*, 22-26 Novembre 1999.

2000 :

20. Gouriou, Y., C. Andrié, S. Freudenthal, B. Bourlès, S. Arnault, G. Eldin, Y. duPenhoat, F. Baurand, and R. Chuchla, Some features of the deep Atlantic equatorial circulation inferred from Ladc and CFC-11 measurements (Equalant 99 cruise), *XXVe assemblée EGS, Nice, France*, 25-29 Avril 2000.

2001 :

21. Bourlès, B., Présentation du projet 'EGEE' dans le Golfe de Guinée dans le cadre de l'étude de la « mousson africaine », 2003-200x, *Journées prospectives « Mousson Africaine », Toulouse, (France)*, 23-25 Avril 2001.
22. Bourlès, B., Présentation, en tant que coordinateur, des projets sur les interactions océan/atmosphère en région tropicale de l'Atlantique (EQUALANT, PIRATA, et dans le cadre de « mousson Africaine »). Présentation du projet 'EGEE', *Journées de prospectives «PATOM ; Programme Atmosphère et Océan à Multi échelles», Paris (France)*, 11-12 Octobre 2001.
23. Bourlès, B., C. Andrié, G. Eldin, Y. DuPenhoat, S. Arnault, et Y. Gouriou, The Equalant cruises in the Equatorial Atlantic (1999-2000), *Congrès international IAPSO / IABO, 2001 "An Ocean Odyssey", Mar del Plata (Argentine)*, 21-28 Octobre, 2001.
24. R.L. Molinari, S.Bauer, D.Snowden, G.C. Jonhson, B. Bourlès, Y. Gouriou, H. Mercier and F.Schott, Kinematic evidence for tropical cells in the Atlantic Ocean and comparisons with Pacific cells, *Congrès international IAPSO / IABO, 2001 "An Ocean Odyssey", Mar del Plata (Argentine)*, 21-28 Octobre, 2001.

2002 :

25. Bourlès, B., Présentation des actions (présentes et futures) de l'IRD dans CORIOLIS, *Réunion de revue du projet CORIOLIS, Brest (France)*, 5 juin 2002.
- 26a,b,c. Bourlès, B., a) "Présentation des activités françaises en Atlantique Tropical et résultats des campagnes EQUALANT » ; b) « Présentation du programme PIRATA et de travaux associés », c) «Présentation du programme AMMA et du programme océanographique EGEE dans le Golfe de Guinée », *présentation orale au Tropical Atlantic Meeting and Workshop, Kiel (Allemagne)*, 19-22 août 2002.

2003 :

27. Bourlès, B., Présentation des campagnes et des données PIRATA de 2001-2002, *Meeting PIRATA 9 and SACOS, Angra dos Reis (Brésil)*, février 2003.
- 28a,b. Bourlès, B., a) Présentation des travaux récents effectués dans le cadre d'EQUALANT et de TAV en 2001-2002, dont l'étude sur le Sous Courant Equatorial; b) Présentation du programme AMMA et de son volet océanographique EGEE, *Meeting CLIVAR-TAV, Miami (USA)*, mars 2003.
- 29a,b. Bourlès, B., a) Présentation du programme AMMA et de son volet océanographique EGEE, b) Présentation du programme CORIOLIS, *Meeting CLIVAR-ATLANTIC Steering Panel, Villefranche sur Mer (France)*, avril 2003 (**invité**).
30. Kouadio, G., N. Metzl, C. Andrié, et B. Bourlès: Etude de la variabilité saisonnière de la pression partielle de CO₂ océanique et estimation du flux de CO₂ air-mer dans le Golfe de Guinée. «*Ecole d'Eté AMMA- 1-12/09* », Lannemezan – France, septembre 2003.
31. Kouadio G., N. Metzl, C. Andrié, et B. Bourlès : Etude de la variabilité saisonnière de la pression partielle de CO₂ océanique et estimation du flux de CO₂ air-mer dans le Golfe de Guinée. « *Colloque Copramaph/Amma* », Cotonou- Bénin, novembre 2003.
32. duPenhoat, Y., et B. Bourlès, AMMA et les données océaniques disponibles dans le Golfe de Guinée, *Journées « Atelier Modélisation de l'Atmosphère » de Météo-France : AMA2003*, Toulouse, 3-5 décembre, 2003.

2004 :

33. Mercier, H., et B. Bourlès, Présentation du programme EGEE et du lien avec Coriolis/Argo, *Atelier « ARGO-France »*, Brest, 12 mars 2004.

34. Bourlès, B., J. Servain, et S. Planton, Le programme PIRATA : Réalisation, Exploitation, Développements, Journées « Atelier Espérimentation et Instrumentation » 2004, INSU, Météo-France & Ifremer, CNRS-Paris, 23-24 mars 2004.
- 35a,b. Bourlès, B., a) Le programme PIRATA : Etat des lieux, statut actuel et perspectives ; b) Présentation de l'évolution du programme AMMA et de son volet océanographique EGEE, Meeting CLIVAR-TAV, KNMI-Utrecht (Pays-Bas), juin 2004.
36. Bourlès, B., Présentations orales de 1) des campagnes et des données PIRATA de 2003-2004, 2) Statut de l'ORE PIRATA en France, 3) travaux scientifiques liés à PIRATA en France, Meeting PIRATA 10, Fortaleza (Brésil), décembre 2004.

2005 :

37. Bourlès, B., 1) Oceanic cruises and measurements scheduled in the Eastern Tropical Atlantic during TACE; 2) Pirata status and links with TACE and AMMA; 3) Coastal stations and tide gauges status in the Eastern Tropical Atlantic. Congrès CLIVAR-US & TACE, Miami (USA), Février 2005 (invité).
38. Caniaux, G., H. Giordani, B. Bourlès, and Y. DuPenhoat, Air-sea interactions during the EGEE/AMMA experiment: necessary requirements, OSI SAF (Ocean and Sea Ice Satellite Application Facility) Workshop, Perros-Guirec, (France), 15-16 mars 2005.
39. Bourlès, B., Présentation des travaux, réalisés et prévus, associés à ARGO et CORIOLIS dans le cadre du programme EGEE / AMMA, Atelier « ARGO –France », Brest, 27 mai 2005.
40. Brandt, P., B. Bourlès, R.L. Molinari, G. Caniaux & A. Lazar, AMMA-TT6 Oceanic campaigns and measurements from open ocean, and AMMA-EU WP 2.2 Oceanic Processes, AMMA CIGIG AMMA meeting, Leeds (G.B.), juillet 2005.
41. Kołodziejczyk, N., and B. Bourlès, The Termination of the Equatorial Undercurrent in the Eastern Atlantic between 2001 and 2004, Workshop thématique “AMMA-Europe (EU)”, Biarritz, septembre 2005.
42. Caniaux, G., B. Bourlès, and P. Brandt, 2005: Oceanic processes during the EGEE experiment; Presentation of the Task Team 6. Meeting on Process Scale studies and Review on Implementation, AMMA Meeting, Biarritz, 19-23 September 2005.
43. Bourlès, B., Status of PIRATA in France, 2004-2005 works and perspectives, Meeting PIRATA 11, Toulouse, 12-14 octobre 2005.
44. Kołodziejczyk, N., and Bourlès, B., The EUC termination in the Gulf of Guinea, Meeting PIRATA 11, Toulouse, 12-14 octobre 2005.
45. Bourlès, B., Y. Gouriou, F. Marin, G. Eldin, and Y. DuPenhoat, The EGEE 1 & 2 cruises (very first results), Meeting PIRATA 11, Toulouse, 12-14 octobre 2005.
46. Brandt, P., J. Fischer, F. Schott, V. Hormann, B. Bourlès, and C. Provost, Circulation variability in the central equatorial Atlantic, Meeting CLIVAR TAV/TACE (Tropical Atlantic Variability - Tropical Atlantic Climate Experiment), Venise (Italie), 17-19 octobre 2005.
47. Dengler, M., in collaboration with J. Schafstall, P. Brandt, B. Bourlès, and J. Toole, Diapycnal mixing processes in the eastern equatorial Atlantic and the Mauritanian upwelling region, Meeting CLIVAR-TAV/TACE (Tropical Atlantic Variability - Tropical Atlantic Climate Experiment), Venise (Italie), 17-19 octobre 2005.
48. Bourlès, B., Y. Gouriou, F. Marin, G. Eldin, and Y. DuPenhoat, The EGEE 1&2 cruises in the Gulf of Guinea, Meeting CLIVAR-TAV/TACE (Tropical Atlantic Variability - Tropical Atlantic Climate Experiment), Venise (Italie), 17-19 octobre 2005.
49. Bourlès, B. and P. Brandt, AMMA: “African Monsoon Multidisciplinary Analyses » presentation and 2006 cruises, Meeting CLIVAR-ATLANTIC Steering Panel, Venise (Italie), 20-21 octobre 2005.
50. Bourlès, B. and P. Nobre, PIRATA: actual status and perspectives, Meeting CLIVAR-ATLANTIC Steering Panel, Venise (Italie), 20-21 octobre 2005.

2006 :

51. Dengler, M., B. Bourlès, and J. Toole, Deep diurnal cycle turbulence due to Tropical Instability Waves in the Atlantic at 10°W, European Geophysical Union General Assembly, Vienne, 3 avril 2006.
52. Brandt, P., F.A. Schott, C. Provost, A. Kartavtseff, V. Hormann, B. Bourlès, and J. Fischer, Circulation in the central equatorial Atlantic: Mean and intraseasonal to seasonal variability, European Geophysical Union General Assembly, Vienne, 3 avril 2006.
53. Bourlès, B., R.L. Molinari, P. Brandt & G. Caniaux, présenté par L. Eymard: AMMA TT6: Ocean & air-sea fluxes during the AMMA 2006 SOP; Meeting AMMA-ICIG, Leeds (G.B.), 4-6 avril 2006.
54. Bourlès, B., and F. Marin, Oceanographic studies carried out in the Eastern Tropical Atlantic and the Gulf of Guinea, Séminaire ODINAFRICA, Ostende (Belgique), 24 avril 2006 (invité).
55. Bourlès, B., F. Marin, & Y. Gouriou, Présentation des travaux réalisés et prévus associés au GMMC (ARGO et CORIOLIS) dans le cadre du programme EGEE / AMMA, Atelier « ARGO –France », Brest, 11-12 mai 2006.

56. Bourlès, B., Y. du Penhoat, F. Marin, Y. Gouriou, G. Caniaux et al., In situ observations in the eastern tropical Atlantic: status and perspectives, *Meeting TACE (Tropical Atlantic Variability - Tropical Atlantic Climate Experiment)*, Paris, Unesco, 18-20 octobre 2006.
57. Kolodziejczyk, N., & B. Bourlès: Observation of the Atlantic Equatorial UnderCurrent at 10°W, *Meeting TACE (Tropical Atlantic Variability - Tropical Atlantic Climate Experiment)*, Paris, Unesco, 18-20 octobre 2006.
58. Athié de Velasco, G., F. Marin & B. Bourlès, Variability of Intra-seasonal waves in the equatorial Atlantic, *Meeting TACE (Tropical Atlantic Variability - Tropical Atlantic Climate Experiment)*, Paris, Unesco, 18-20 octobre 2006.
59. Dengler, M., in collaboration with J. Schafstall, J.G. Fischer, B. Bourlès & D. Banyte, Upper ocean mixing processes in the equatorial Atlantic during monsoon onset in 2006, *Meeting TACE (Tropical Atlantic Variability - Tropical Atlantic Climate Experiment)*, Paris, Unesco, 18-20 octobre 2006.
60. Bourlès, B., Y. du Penhoat, Status of PIRATA in France, 2005-2006 works and perspectives, *Meeting PIRATA 12*, Miami, 1-3 novembre 2006.
61. Bourlès, B., C.Schmid, Overview of the Gulf of Guinea: Generalities and present programs of observation, *Workshop "Argo capacity building for Western Africa"*, Accra-Ghana, 5-7 décembre 2006.
- 2007 :**
62. Bourlès, B., Presentation of the AMMA and PIRATA programs ; in situ observations in the eastern tropical Atlantic: status and perspectives, *Cape Verde Observatory Workshop (TENATSO-SOLAS-QUEST-ACCENT)*, January 8-10, 2007 (**invité**).
63. Caniaux, G., B. Bourlès, E. Key, F. Marin and P. Brandt, Preliminary results from the EGEE/AMMA experiment, *EGU General Assembly, Vienne-Autriche*, 16-20 Avril 2007 (**invité**).
64. Hormann, V., P. Brandt, J. Fischer, and B. Bourlès, Simulated and observed interannual EUC variability, *EGU General Assembly, Vienne-Autriche*, 16-20 Avril 2007.
65. Athié de Velasco, G., F. Marin, and B. Bourlès, Cross-equatorial structure of the intra-seasonal variability at the surface of the Tropical Atlantic Ocean, *EGU General Assembly, Vienne-Autriche*, 16-20 Avril 2007.
66. Athié de Velasco, G., A. M. Tréguier, F. Marin and B. Bourlès, Tropical instability waves in the Atlantic in NATL470: sensitivity to wind forcing, *Workshop "DRAKKAR global ocean model 1/4 resolution"*, Brest, 25-27 Septembre 2007.
67. Caniaux, G., B. Bourlès, F. Marin, H. Giordani, et E. Key: Différences de SST entre 2005 et 2006 dans le G.G. : rôle des flux et du stress. *Réunion AMMA/EGEE, Groupe 'interactions océan-atmosphère'*, Toulouse, 4 octobre 2007.
68. Caniaux, G., F. Guichard, D. Bourras, E. Key, H. Giordani, et B. Bourlès Evaluation des flux dans les NWP modèles pendant AMMA/EGEE. *Réunion AMMA/EGEE, Groupe 'interactions océan-atmosphère'*, Toulouse, 4 octobre 2007.
69. Marin, F., G. Athié de Velasco, A.M. Tréguier, et B. Bourlès : Variabilité intra-saisonnière en Atlantique tropical et impact sur la couche mélangée. *Réunion AMMA/EGEE, Groupe 'interactions océan-atmosphère'*, Toulouse, 4 octobre 2007.
70. Marin, F., B. Bourlès et G. Caniaux : Formation de la langue d'eau froide pendant les années du programme EGEE. *Réunion AMMA/EGEE, Groupe 'interactions océan-atmosphère'*, Toulouse, 4 octobre 2007.
71. Wade, M., G. Caniaux, Y. Dupenhoat, B. Bourlès, D. Bourras, R. Chuchla, M. Dengler, H. Giordani, Y. Gouriou, E. Key, D. Legain, F. Marin, P. Minett, A. Subramanian: Simulations des cycles diurnes aux bouées PIRATA pendant la campagne EGEE3. *Réunion AMMA/EGEE, Groupe 'interactions océan-atmosphère'*, Toulouse, 4 octobre 2007.
72. Bourlès, B., A. J. Busalacchi, E. Campos, F. Hernandez, R. Lumpkin, M. J. McPhaden, A.D. Moura, P. Nobre, S. Planton, J. Servain, J. Trotte, L. Yu, and M. Araujo, The PIRATA Program: History, Accomplishments, and Future Directions, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
73. Bourlès, B., F. Marin, Y. Gouriou, J. Grelet, R. Chuchla, F. Roubaud & Y. DuPenhoat, Oceanic measurements carried out in the Gulf of Guinea in 2005-2007 during the EGEE cruises, as part of the French AMMA program: first results; *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
74. Caniaux, G., F. Guichard, D. Bourras, E. Key, H. Giordani, and B. Bourlès, Evaluation of sea surface flux fields from NWP models, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
75. Caniaux, G., B. Bourlès, F. Marin, E. Key, and H. Giordani, Cause of strong SST differences in 2005 and 2006 in the Gulf of Guinea, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.

76. Brandt, P., V. Hormann, B. Bourlès, J. Fischer, F.A. Schott, L. Stramma, and M. Dengler, Oxygen tongues and zonal currents in the equatorial Atlantic, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
 77. Rouault, M., J. Servain, C. Reason, B. Bourlès, A. Lazar, and N. Fauchereau, The extension of PIRATA in the Tropical South East Atlantic : a first one-year successful experiment ; *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
 78. Bourras, D., G. Caniaux, A. Weill, L. Eymard, E. Key, B. Bourlès, J. Barié, F. Baudin, G. Bouhours, D. Legain, S. Letourneur, B. Piguet, B. Sinardet, O. Traullé. Air-Sea turbulent fluxes during EGEE3 ; *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
 79. Hazeleger, W., P. Brandt, B. Johns, B. Bourlès, R. Lumpkin, et al., The oceans role in tropical Atlantic Variability & TACE, (*invited*), *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
 80. Kolodziejczyk, N., B. Bourlès, and F. Marin, Variability of the Termination of the Equatorial Undercurrent in the Gulf of Guinea, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
 81. Lebel, T., D. J. Parker, B. Bourlès, C. Flamant, A. Gaye, J. Haywood, C. Peugeot, J. Polcher, J.-L. Redelsperger, and C. D. Thorncroft, Long term observations necessary for climate and weather monitoring and forecast, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
- 2008 :**
82. B. Bourlès, A. J. Busalacchi, E. Campos, F. Hernandez, R. Lumpkin, M. J. McPhaden, A.D. Moura, P. Nobre, S. Planton, J. Servain, J. Trotte, L. Yu, and M. Araujo, The PIRATA Program: History, Accomplishments, and Future Directions, *Meeting PIRATA-13 de Natal (Brésil)*, 22-25 Février 2008.
 83. B. Bourlès, F. Hernandez, and S. Planton, Status of PIRATA in France, 2006-2008 works and perspectives, *Meeting PIRATA 13 de Natal (Brésil)*, 22-25 Février 2008.
 84. Bourras, D., G. Caniaux, L. Eymard, A. Weill, H. Branger, JP. Giovanangeli, B. Bourlès, and D. Hauser, *Contribution of the French Turbulent Sea Flux Group to Hymex, 2nd International Hymex Workshop, Ecole Polytechnique, Palaiseau, France*, 2-4 juin 2008.
 85. Aman, A., A. K. Armah, A. B. Blivi, B. Bourlès, R. Djiman & R. Folorunsho, Physical Oceanography in the Eastern Equatorial Atlantic: Efforts and Progress in Data Acquisition and Application, *ODINAFRICA Workshop*, Monbassa (Kenya), July 2008.
 86. Nobre, P., B. Bourlès, and R. Lumpkin, The PIRATA project: highlights during 2007-2008, *Meeting CLIVAR-ATLANTIC Steering Panel, Woods-Hole (USA)*, 18-19 septembre 2008.
 87. B. Bourlès, Les changements climatiques; le cas de l'Afrique de l'Ouest et études d'impact réalisées dans le cadre d'AMMA, (*keynote paper*) *Conférence internationale CIRDES « Evolutions démographiques et changements climatiques ; impact sur les maladies vectorielles en Afrique de l'Ouest »*, Ouidah (Bénin), 24-28 novembre 2008.
- 2009 :**
88. Bourlès, B., Status of PIRATA in France, 2008 works and perspectives, *Meeting PIRATA 14 de Toulouse*, 2 Février 2009.
 89. Bourlès, B.: Observations in the GG: an overview (PIRATA, EGEE, PROPAO...), *Meeting "Tropical Atlantic Variability; TACE/AMMA-Ocean/PIRATA", de Toulouse*, 2-6 février 2009.
 90. Kolodziejczyk, N., Y. Gouriou, F. Marin and B. Bourlès: Equatorial undercurrent termination in the Gulf of Guinea, *Meeting "Tropical Atlantic Variability; TACE/AMMA-Ocean/PIRATA", de Toulouse*, 2-6 février 2009.
 91. Aman, A., A.E. Kouadio, **E. Toualy**, P. Woodworth, B. Bourlès and P. Assamoi: Regional oceanography and Climate monitoring in West Africa, *Meeting "Tropical Atlantic Variability; TACE/AMMA-Ocean/PIRATA", de Toulouse*, 2-6 février 2009.
 92. Dengler, M., and R. Hummels, with coll. of B. Bourlès, D. Banyte, P. Brandt & J. Toole: Diapycnal mixing and turbulent heat flux in the central and eastern tropical Atlantic, *Meeting "Tropical Atlantic Variability; TACE/AMMA-Ocean/PIRATA", de Toulouse*, 2-6 février 2009.
 93. Charria, G., F. Marin, Y. du Penhoat, B. Bourlès, L. Testut, N. Rousseau, P. Téchiné and L. Roblou: Interannual variability of sea level anomalies in the Gulf of Guinea close to the São Tomé Island, *Meeting "Tropical Atlantic Variability; TACE/AMMA-Ocean/PIRATA", de Toulouse*, 2-6 février 2009.
 94. Rouault, M., J. Servain, C. Reason, B. Bourlès, M. Rouault and N. Fauchereau, The Extension of PIRATA in the Tropical South East Atlantic: A First One-Year Successful Experiment, *Meeting "Tropical Atlantic Variability; TACE/AMMA-Ocean/PIRATA", de Toulouse*, 2-6 février 2009.

95. Folorunsho, R., R. Djiman, A. Aman, B. Bourlès, et al., African Ocean Environment: Uniqueness and issues of concern: Presentation of PROPAO and of the project: The impact of climate change on the coast of sub-saharian Africa; *International workshop of experts on Global Environmental Change, ICSU Regional Office for Africa (ICSU ROA) & the National Research Foundation (NRF)*, Pretoria, South Africa, 9 - 11 February 2009.
 96. Folorunsho, R., R. Djiman, A. Aman, B. Bourlès, et al., Presentation of PROPAO and of a project for its continuation: The impact of climate change on the coast of sub-saharian Africa; *RIPIECISA & AMMA-Africa meeting*, Ouagadougou, Burkina Faso, 25-27 February 2009.
 97. Bourlès, B., Revue des programmes internationaux dans l'Atlantique Tropical Est et le Golfe de Guinée et des principaux résultats scientifiques récents obtenus dans le cadre de PIRATA, EGEE/AMMA et PROPAO: *Réunion nationale du programme régional PROPAO, Université de Cocody (Côte d'Ivoire)*, 26 février 2009.
 98. **Ali K. E.**, Y. Kouadio, E.P. Zahir, A.Aman, A.P. Assamoi, B. Bourlès, Gulf of Guinea upwelling and the precipitation along the northern coast during the boreal summer period, *2nd atelier régional du programme PROPAO, Cotonou*, 12-15 mai 2009.
 99. **Tohozin, F.**, Bourlès, B., R. Djiman and A.Afouda, Analyse des températures de surface de la mer et des vents à la côte béninoise, *2nd atelier régional du programme PROPAO, Cotonou*, 12-15 mai 2009.
 100. Bourlès, B., Revue des principaux résultats scientifiques récents obtenus dans le cadre des programmes internationaux et régionaux PIRATA, EGEE/AMMA et PROPAO, *2nd atelier régional du programme PROPAO, Cotonou*, 12-15 mai 2009.
 101. **Charria, G.**, B. Bourlès, F. Marin, Y. DuPenhoat, L. Testut, N. Rousseau, P. Techiné, & L. Roblou, Interannual variability of November-December cooling in the Gulf of Guinea close to the São Tomé island, *3^{ème} conférence internationale AMMA de Ouagadougou (Burkina Faso)*, 20-24 juillet 2009.
 102. Djiman, R., R. Folorunsho, A. Aman, C. Mahan, C.Assemian, A.K. Armah, A.B. Blivi, and B. Bourlès, Status of the Regional Program of Physical Oceanography in West Africa (Gulf of Guinea; 2005-2007), *3^{ème} conférence internationale AMMA de Ouagadougou (Burkina Faso)*, 20-24 juillet 2009.
 103. Bourlès, B., F.Marin, G. Caniaux, **N. Kolodziejczyk**, and Y. Gouriou: Equatorial undercurrent termination in the Gulf of Guinea, Sea Surface Temperature and Equatorial Currents in the Gulf of Guinea during the EGEE/AMMA experiments (2005-2007), *3^{ème} conférence internationale AMMA de Ouagadougou (Burkina Faso)*, 20-24 juillet 2009.
 104. **Ali, K.E.**, Y. Kouadio, G.P. Zahiri, A. Aman, A.P. Assamoi, and B. Bourlès, Influence of the coastal and equatorial upwellings of the Gulf of Guinea on the precipitations along its coastline during the boreal summer, *3^{ème} conférence internationale AMMA de Ouagadougou (Burkina Faso)*, 20-24 juillet 2009.
 105. Bourlès, B.: Quelques résultats scientifiques obtenus à partir des observations lors des campagnes océanographiques EGEE/AMMA & PIRATA. *Colloque « Recherche et Formation en Océanographie au sein des Universités d'Afrique de l'Ouest » de Cotonou (Bénin)*, 2-6 novembre 2009.
 106. **Tohozin, F.** et Bourlès, B.: Résultats de 1^{ères} analyses de données Propao de Cotonou, Bénin, *Colloque « Recherche et Formation en Océanographie au sein des Universités d'Afrique de l'Ouest » de Cotonou (Bénin)*, 2-6 novembre 2009.
 107. **Ali, K.E.**, Y. Kouadio, E.P. Zahir, Aman, A., A.P. Assamoi, and B. Bourlès, Analysis of Sea Surface Temperature versus precipitation in the northern coast of the Gulf of Guinea, *Colloque « Recherche et Formation en Océanographie au sein des Universités d'Afrique de l'Ouest » de Cotonou (Bénin)*, 2-6 novembre 2009.
 108. Djiman, R., R. Folorunsho, A. Aman, C. Mahan, C.Assemian, A.K. Armah, A.B. Blivi, and B. Bourlès, Status of the Regional Program of Physical Oceanography in West Africa (Gulf of Guinea; 2005-2007), *Colloque « Recherche et Formation en Océanographie au sein des Universités d'Afrique de l'Ouest » de Cotonou (Bénin)*, 2-6 novembre 2009.
 109. **Ali, K.E.**, Y. Kouadio, G.P. Zahiri, A. Aman, A.P. Assamoi, and B. Bourlès, Analysis of Sea Surface Temperature versus Precipitations in the northern coasts of the Gulf of Guinea, *Colloque « Recherche et Formation en Océanographie au sein des Universités d'Afrique de l'Ouest » de Cotonou (Bénin)*, 2-6 novembre 2009.
 110. Bourlès, B.: Evidence des ondes océaniques en Atlantique Tropical à partir d'observations. *6^{ème} « Conférence Internationale sur les Problèmes Contemporains en Physique Mathématique Appliquée » de Cotonou (Bénin)*, 2-6 novembre 2009.
- 2010 :**
111. Bourlès, B., with inputs by A.Vogel, On research and capacity building related to climate, physical oceanography, and coastal systems in West Africa, *Join UNESCO-IOC-GOOS-Africa-IHP/UNEP/AARSE/GEO Pan-African Workshop: "Decision making support for coastal zone management, water resources and climate change in Africa"*, Cotonou (Bénin) 15-17 février 2010.

112. **Kolodziejczyk, N., Y. Gouriou, F. Marin and B. Bourlès:** Equatorial undercurrent termination in the Gulf of Guinea, *Meeting "Tropical Atlantic Variability; TACE/AMMA-Ocean/PIRATA", de Miami, 2-5 mars 2010.*
113. **Dengler, M., J. Schafstall, J. Toole, D. Banyte, B. Bourlès, R. Hummels,** On the parameterization of mixing processes at the equator *Meeting "Tropical Atlantic Variability; TACE/AMMA-Ocean/PIRATA", de Miami, 2-5 mars 2010.*
114. **Bourlès, B.,** with inputs by A. Vogel : On research and capacity building related to physical oceanography and climate in West Africa, *Meeting "Tropical Atlantic Variability; TACE/AMMA-Ocean/PIRATA", de Miami (USA), 2-5 mars 2010.*
115. **Rhein, M., M. Dengler, J. Sueltenfuss, R. Hummels, S. Huettl-Kabus, and B. Bourlès,** Upwelling and associated heat flux in the Equatorial Atlantic inferred from helium isotope disequilibrium, *Meeting "Tropical Atlantic Variability; TACE/AMMA-Ocean/PIRATA", de Miami (USA), 2-5 mars 2010.*
116. **Bourlès, B. :** Status of PIRATA in France, 2009 works and perspectives, *Meeting PIRATA 15 de Miami (USA), 5 mars 2010.*
117. **Rhein, M., M. Dengler, J. Sueltenfuss, R. Hummels, S. Huettl-Kabus, and B. Bourlès,** Upwelling and associated heat flux in the Equatorial Atlantic inferred from helium isotope disequilibrium, *EUG General Assembly, SOLAS session OS3, 2010.*

- communications à congrès (posters) :

Avant 1997 :

1. **Arhan, M., H. Mercier, B. Bourlès, and Y. Gouriou,** Trans-oceanic hydrology sections along 4°30S and 7°30N in the Atlantic ocean, *Symposium WOCE-South Atlantic: present and past circulation, Brême, 15-19 août 1994.*

1997 :

2. **Bourlès, B., Y. Gouriou, and R. Chuchla,** Synoptic study of the circulation in the upper layers of the western equatorial Atlantic ocean: the North Brazil Current retroflexion's case. *WOCE South Atlantic Workshop, Brest-France, Juin 1997.*
3. **Arnault S., B. Bourlès, Y. Gouriou, and R. Chuchla,** Intercomparaison of the circulation of the upper layers of the western equatorial Atlantic ocean: in-situ, satellite data, and model results. *WOCE South Atlantic Workshop, Brest-France, Juin 1997.*
4. **Gouriou, Y., and B. Bourlès,** Deep Western Boundary Current in the equatorial Atlantic and seasonal variability of equatorial jets at the equator. *WOCE South Atlantic Workshop, Brest-France, Juin 1997.*
5. **Andrié, C., J. F. Ternon, Y. Gouriou, and B. Bourlès,** CFC distributions and deep circulation in the western tropical Atlantic during Cither1 and Etambot cruises (1993-1996), *WOCE South Atlantic Workshop, Brest-France, Juin 1997.*
6. **Arnault, S., E. Greiner, B. Bourlès, Y. Gouriou, and Y. Ménard,** Tropical Atlantic variability : is there anything new on the western front ?, *Workshop Topex/Poseidon, Biarritz-France, Octobre 1997.*

1998 :

7. **Oudot, C., C. Andrié, B. Bourlès, Y. Gouriou, and J. F. Ternon,** Deep circulation variability in the western equatorial Atlantic (1993-1996), *Conférence internationale WOCE, Halifax-Canada, 24-29 mai 1998.*
8. **Arnault, S., B. Bourlès, Y. Gouriou, and R. Chuchla,** Intercomparaison of the circulation of the upper layers of the western equatorial Atlantic ocean: in-situ and satellite data, *Conférence internationale WOCE, Halifax-Canada, 24-29 mai 1998.*
9. **Arnault, S., B. Bourlès, Y. Gouriou, R. Chuchla,** Intercomparison of the upper layer circulation in the upper layers of the western equatorial Atlantic ocean: in-situ and satellite data, *First Joint Meeting TOPEX/POSEIDON/JASON, Keystone (E.U.), 12-16 octobre 1998.*

1999 :

10. **Arnault, S., B. Bourlès et al.,** First results of an XCTD launch experiment in the tropical Atlantic ocean during the EQUALANT 99 cruise, *Conférence Oceanobs 99 et meeting TOPEX/POSEIDON/JASON, St Raphaël, (France), 17-27 octobre 1999.*
11. **Gouriou Y., B. Bourlès, C. Andrié, S. Arnault, G. Eldin, Y. du Penhoat,** Circulation océanique générale : observations en Atlantique tropicale. Campagne océanographique EQUALANT 99, *Colloque PNEDC, Toulouse (France), 13-14 Décembre 1999.*

2000 :

12. **Bourlès, B., C. Andrié, S. Arnault, Y. Gouriou, Y. DuPenhoat, G. Eldin,** The Equalant cruises in the Equatorial Atlantic Ocean (1999-2000), *Clivar Workshop on « shallow tropical/subtropical overturning cells and their interaction with the atmosphere » de Venise (Italie), 9-13 Octobre 2000.*

2001 :

13. **Bourlès, B., M. D'Orgeville, Y. DuPenhoat, G. Eldin, S. Arnault, et C. Andrié,** The surface and subsurface currents in the eastern equatorial Atlantic as observed in boreal summer during Equalant cruises (1999-

2000), *Meeting Clivar "Tropical Atlantic Variability", UNESCO-Pari, (France), 3-6 Septembre 2001.*

14. Andrié, C., B. Bourlès, S. Freudenthal, E. Braga, P. Morin and F. Baurand, Atlantic equatorial circulation of intermediate and deep waters inferred from tracer and current data of EQUALANT 1999-2000 cruises, *Meeting Clivar "Tropical Atlantic Variability", UNESCO-Paris (France), 3-6 Septembre 2001.*
15. Bourlès, B., Study of the oceanic circulation and of its variability in the Gulf of Guinea. The EGEE project (from 2003 ?), *Meeting Clivar "Tropical Atlantic Variability", UNESCO-Paris (France), 3-6 Septembre 2001.*

2002 :

16. Arnault, S., B. Bourlès, Y. DuPenhoat, G. Eldin, and Y. Gouriou, EQUALANT and TOPEX/POSÉIDON: A combined effort to study the Tropical Atlantic Upper Layer Circulation, *Symposium "en route vers GODDAE", Biarritz (France), juin 2002.*
17. de Santis Braga, E., C. Andrié, B. Bourlès, A. Vangriesheim, F. Baurand, and R. Chuchla, Bottom circulation in the equatorial Atlantic: Congo river signature and deep circulation at the eastern end of the Guinea Basin, *Simpósio Brasileiro de Oceanografia, IOUSP, Sao Paulo (Brésil), 26-30 Août 2002*
18. DuPenhoat, Y., N. Ferry, C. Maes, J. Merle, S. Arnault, collab.: L. Fleury, E. Greiner, M. Benkiran, A. Lazar, G. Eldin et B. Bourlès, Validation des systèmes, MERCATOR en zone tropicale: océans Pacifique et Atlantique, *Journées Mercator-Coriolis, LEGOS (France), September 2002.*
19. Bourlès, B., C. Andrié, and Y. Gouriou, The Deep Equatorial and Extra-Equatorial Jets in the Atlantic Ocean, *"WOCE and Beyond Conference", San Antonio-Texas (USA), November 2002.*
20. Gouriou, Y., G. Forget, B. Bourlès, and H. Mercier, Analysis of the circulation in the western tropical Atlantic through LADCP measurements and inverse model results, *"WOCE and Beyond Conference", San Antonio-Texas (USA), November 2002.*
21. Andrié, C., Y. Gouriou, B. Bourlès, J.F. TERNON, E.S. Braga, P. Morin, and C. Oudot, Variability of AABW characteristics in the equatorial channel at 35°W, *"WOCE and Beyond Conference", San Antonio-Texas (USA), November 2002.*
22. Schott, F. S., P. Brandt, L. Stramma, J. Fischer, M. Dengler, K. Affler, B. Bourlès, Y. Gouriou, and R. L. Molinari, Circulation of the Western Tropical Atlantic: From WOCE to CLIVAR, *"WOCE and Beyond Conference", San Antonio-Texas (USA), November 2002.*

2004 :

23. Bourlès, B., Y. Gouriou, F. Marin & G. Caniaux, Etude de la couche de mélange océanique dans le Golfe de Guinée (dans le cadre du programme AMMA-EGEE) ; *Journées Mercator-Coriolis, Météo-France (France), octobre 2004.*
24. Marin, F., C. Menkes, Y. DuPenhoat, T. Gorgues & B. Bourlès, Dynamique et variabilité des océans Atlantique et Pacifique équatoriaux : Etude des ondes tropicales d'instabilité ; *Journées Mercator-Coriolis, Météo-France (France), octobre 2004.*

2005 :

25. Arhan, M., Treguier, A.M., B. Bourlès, and Michel, S., Diagnosing the annual cycle of the equatorial undercurrent in the Atlantic ocean from a general circulation model, *EGU General Assembly, Vienne (Autriche), 24-29 Avril 2005.*
26. Bourlès, B., G. Caniaux, R. Chuchla, D. Dagorne, M. Juza, N. Kolodziejczyk, et F. Roubaud, EGEE : Etude de la circulation océanique et de sa variabilité dans le Golfe de Guinée (dans le cadre du programme AMMA), *Colloque du « Programme National d'Etude de la Dynamique du Climat » ; Meudon, 24 - 25 mai 2005.*
27. Bourlès, B., Y. Gouriou, Frédéric Marin, Rémy Chuchla, Déploiement de profileurs PROVOR pendant les campagnes du programme EGEE / AMMA : Premiers résultats, *Journées GMMC Mercator-Coriolis, Météo-France (Toulouse, France), 10-11 octobre 2005.*
28. Bourlès, B., Y. Gouriou, F. Marin, G. Eldin & Y. DuPenhoat : The EGEE 1&2 oceanographic cruises in the Gulf of Guinea; *1er congrès international AMMA de Dakar (Sénégal), 27 nov-2 déc. 2005.*
29. Bourlès, B., R.L. Molinari, and P. Brandt, Oceanic campaigns and measurements from open ocean (AMMA Task Team n°6) ; *1er congrès international AMMA de Dakar (Sénégal), 27 nov-2 déc. 2005.*
30. Dagorne, D., B. Bourlès, P. Le Borgne : Température de la surface de la mer du Golfe de Guinée par satellite pendant les campagnes EGEE/AMMA 2005; *1er congrès international AMMA de Dakar (Sénégal), 27 nov-2 déc. 2005.*
31. Bourlès, B., G. Caniaux, Y. DuPenhoat, Y. Gouriou, A. Weill, D. Bourras, F. Marin, H. Giordani & A. Bentamy : La Campagne EGEE3/AMMA, *The EGEE3/AMMA experiment ; 1er congrès international AMMA de Dakar (Sénégal), 27 nov-2 déc. 2005*
32. Dagorne, D., M. Juza, F. Roubaud & B. Bourlès, Observations météorologiques à SAO-TOME : Exploitation - Comparaison - Application; *1er congrès international AMMA de Dakar (Sénégal), 27 nov-2 déc. 2005*

34. **Kolodziejczyk, N., D.Dagorne & B. Bourlès**: Validation de SST satellite TMI (TRMM - Microwave Imager) dans le Golfe de Guinée; *1er congrès international AMMA de Dakar (Sénégal)*, 27 nov-2 déc. 2005
35. Giordani, H., G.Caniaux, F.Marin, Y. DuPenhoat, , D.Bourras, **B. Bourlès** & A.M.Tréguier, Ocean-Atmosphere Modelling Strategy during EGEE-AMMA; *1er congrès international AMMA de Dakar (Sénégal)*, 27 nov-2 déc. 2005
36. Aman, A., G. Eldin, **B. Bourlès** & Y. Kouadio : Dynamique spatio-temporelle de l'upwelling ivoiro-ghanéen ; *1er congrès international AMMA de Dakar (Sénégal)*, 27 nov-2 déc. 2005

2006 :

37. Bunge, L., C.Provost, A.Kartavtseff and **B. Bourlès**: Comparison of Current Variability at 10° W and 23° W on the Equator, *American Geophysical Union Ocean Sciences Meeting, EOS-Trans. AGU 87(36), Honolulu-Hawaii (USA)*, 20-24 février 2006.
38. Caniaux, G., **B. Bourlès**, et H. Giordani : La campagne AMMA/EGEE3. *Journées « Rencontres Recherche et Développement »*, Toulouse, 28-30 novembre 2006.
39. **Bourlès, B.**, Y.Gouriou, F.Marin, G.Caniaux et H.Giordani, Déploiement de profileurs PROVOR dans le Golfe de Guinée (dans le cadre du programme AMMA-EGEE), *Journées GMMC Mercator-Coriolis, Météo-France (Toulouse, France)*, 4-6 décembre 2006.

2007 :

40. Key , E., G. Caniaux, A. Weill, D. Bourras, L. Eymard, D. Legain, and **B. Bourlès**, Overview of airsea interactions from the EGEE3/AMMA cruise, *EGU General Assembly, Vienne-Autriche*, 16-20 Avril 2007.
41. **Kolodziejczyk, N., B. Bourlès**, and F. Marin, Seasonal analysis of the Equatorial Undercurrent at 10°W, *EGU General Assembly, Vienne-Autriche*, 16-20 Avril 2007.
42. Kestenare, E., C. Coatanoe, Y. Gouriou, R. Chuchla, and **B. Bourlès**, Sur la validation de la salinité des flotteurs ARGO dans l'Atlantique Tropical, *Journées GMMC Mercator-Coriolis, Météo-France (Toulouse, France)*, 17-18 Octobre 2007.
43. Djiman, R., A.K. Armah, P. Assamoi, A.B. Blivi, **B. Bourlès**, R. Folorunsho, C. Mahan, D. Ochou, and A. Aman, Regional program in physical oceanography in West Africa (Gulf of Guinea), *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
44. Wade, M., G. Caniaux, Y. DuPenhoat, **B. Bourlès**, D.Bourras, R.Chuchla, M. Dengler, H.Giordani, Y.Gouriou, E.Key, D.Legain, F.Marin, P.Minnett, and A. Subramaniam,, Analysis of the oceanic diurnal cycle at the PIRATA sites using a 1D model and AMMA/EGEE3 observations, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
45. **Athié de Velasco, G.**, F. Marin, A.M. Tréguier, and **B. Bourlès**, Intra-seasonal variability in the upper layers of the Tropical Atlantic ocean from sensitivity numerical simulations forced by different Wind fields, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
46. **Athié de Velasco, G.**, F. Marin, and **B. Bourlès**, Spatial structure of intra-seasonal variability in the Tropical Atlantic, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
47. Marin, F., **B. Bourlès** and G. Caniaux, Seasonal evolution of the equatorial cold tongue in the Tropical Atlantic in 2005-2007, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
48. Dengler, M., **B. Bourlès**, J.Schafstall, J.Fischer, P.Brandt, and J.Toole, Upper Ocean diapycnal heat flux and mixing processes in the central and eastern Tropical Atlantic, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
49. Funk, A., Y. Gouriou, F. Marin, P. Brandt, and **B. Bourlès**, Intermediate depth zonal circulation in the Gulf of Guinea, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
50. Hormann, V., P. Brandt, J.Fischer, and **B. Bourlès**, Atlantic Equatorial UnderCurrent variability and Equatorial Waves, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
51. **Kolodziejczyk, N., B. Bourlès**, and F. Marin, Long waves and seasonal circulation in the Tropical Atlantic, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.
52. Wade, M., G. Caniaux, Y. DuPenhoat, **B. Bourlès**, D.Bourras, R.Chuchla, M. Dengler, H.Giordani, Y.Gouriou, E. Key, D. Legain, F. Marin, P. Minnett, and A. Subramaniam,, Analysis of the oceanic diurnal

cycle at the PIRATA sites using a 1D model and AMMA/EGEE3 observations, *2nde conférence internationale AMMA de Karlsruhe (Allemagne), associée au meeting AMMA-Océan/PIRATA :TACE-CLIVAR*, 26-30 Novembre 2007.

2008 :

53. Wade, M., G. Caniaux, Y. DuPenhoat, B. Bourlès, D.Bourras, R.Chuchla, M. Dengler, H.Giordani, Y.Gouriou, E.Key, D.Legain, F.Marin, P.Minnett, and A. Subramaniam,, Analysis of the oceanic diurnal cycle at the PIRATA sites using a 1D model and AMMA/EGEE3 observations, *EGU General Assembly, Vienne-Autriche*, 21-25 Avril 2008.
54. Caniaux, G., F.Guichard, D.Bourras, E.Key, H.Giordani, A.Weill and B. Bourlès, Evaluation of sea surface flux fields from NWP models, *EGU General Assembly, Vienne-Autriche*, 21-25 Avril 2008.
55. Lamptey, E., C. Adje, E. Gatogo, B. Bourlès, R. Djiman, A. K. Armah, R. Folorunsho, A.B. Blivi, and C. Mahan : Regional program in physical oceanography in West Africa (Gulf of Guinea), *DOES SCOR/IAPSO Workshop*, Cape Town (Afrique du Sud), 6-8 Octobre 2008.

2009 :

56. Caniaux, G., F. Guichard, D. Bourras, E. Key, H. Giordani and B. Bourlès, Evaluation of sea surface flux fields from NWP models during the emplacement of the Atlantic Cold Tongue in 2006, *3ème conférence internationale AMMA de Ouagadougou (Burkina Faso)*, 20-24 juillet 2009.
57. Tohozin, F., B. Bourlès, C. Adjé, Z. Sohoun, G. Degbé, and R. Djiman, Analysis of the Coastal Sea Surface Temperature in Cotonou (Benin) from historical & Propao data sets (first results), *3ème conférence internationale AMMA de Ouagadougou (Burkina Faso)*, 20-24 juillet 2009.
58. Brandt, P., W.E. Johns, B. Bourlès, M. Dengler, G. Caniaux, G. Goni, R. Lumpkin, C. Reason, M. Rouault, Variability of the equatorial Atlantic cold tongue, *OceanObs'2009 Conference, Venice (Italy)*, 21-25 septembre 2009.

VII.c : Liste des encadrements de stages, de thèses, et des enseignements

- Directions de thèses :

1. Kouadio ALI EUGENE, co-directeur de thèse, avec Mr le professeur Paul ASSAMOÏ (directeur du LAPA-MF, à l'université de Cocody à Abidjan), depuis septembre 2003. Sujet de la thèse : Description et analyse des données de surface océanique et du climat le long du littoral du Golfe de Guinée : influence de l'upwelling sur le climat. Obtention d'une bourse IRD pour effectuer 3 séjours de 3 mois sous ma direction au Centre IRD de Bretagne, en 2003, 2004 et 2005. Thèse soutenue à l'université de Cocody le 26 février 2009.
2. Alex COSTA : co-directeur de thèse, avec Mr Moacyr Araujo (chercheur au LOFEC, Récife, Brésil), depuis septembre 2003. Sujet de la thèse : Effet de la salinité de surface sur la circulation et les transports dans le bassin ouest de l'Atlantique Equatorial. La première année de cette thèse s'est réalisée en 2003-2004 au Centre IRD de Bretagne sous ma direction. Thèse soutenue à l'université de Récife le 2 février 2006.
3. Nicolas KOLODZIEJCZYK, directeur de thèse. Sujet de la thèse : Circulation océanique dans le Golfe de Guinée. Cette thèse a été réalisée depuis octobre 2004 au Centre IRD de Bretagne sous ma direction, et soutenue à l'Université de Bretagne Occidentale (UBO) le 8 juillet 2008.
4. Gabriella ATHIE de VELASCO, directeur de thèse (co-dirigée par Frédéric MARIN). Sujet de la thèse: les ondes tropicales d'instabilité en Atlantique Equatorial, Cette thèse a été réalisée depuis novembre 2004 au Centre IRD de Bretagne avec une bourse de thèse IRD et soutenue à l'Université de Bretagne Occidentale (UBO) le 11 juillet 2008.
5. Elisée TOUALI, co-directeur de thèse, avec Mrs Angora AMAN et Paul ASSAMOÏ (LAPA-MF, à l'université de Cocody à Abidjan). Sujet de la thèse : Processus responsables des upwellings du Golfe de Guinée, thèse initiée depuis février 2008.

+ 2 projets d'encadrement à partir de 2010 :

6. Cyrille AKUETEVI : Analyse de la circulation au sein des couches supérieures océaniques au Nord du Golfe de Guinée (Atlantique Equatorial Nord-Est). Directeur de thèse, en co-direction avec Fabrice Hernandez. Thèse entre l'Université Paul Sabatier de Toulouse et l'Université d'Abomey Calavi (Bénin). Dossier de bourse de thèse soumis à l'IRD en mai 2010.

7. Nubi Olubunmi OYOOLA : Analysis of nutrients distribution in the upper layers of the Gulf of Guinea in relation with the equatorial upwelling. Directeur de thèse, avec Prs Norbert Hounkonnou & Clément Edokpayi, thèse de l'UAC, Cotonou, Bénin, depuis mai 2010.

- Encadrement de stages:

1. Karine PAILLER : La barrière de sel dans l'océan Atlantique Tropical Ouest, stage de DEA (Océanologie, Météorologie et Environnement, Option D : Physique et Dynamique de l'Océan, UBO) responsables : B. Bourlès, Y. Gouriou, et A. Dessier, 1998.
2. Marion BODICHON : Etude de la circulation océanique dans les 500 premiers mètres de l'Atlantique Equatorial, à partir des données de la campagne Equalant-99, stage de DEA (Océanologie, Météorologie et Environnement, Option D : Physique et Dynamique de l'Océan, UBO), responsables : B. Bourlès, G. Eldin, 2000.
3. Muriel BACHELIER : La salinité de surface dans l'Atlantique tropical : variabilité spatiale et temporelle, stage de Maîtrise, Maîtrise Physique et Applications de l'UBO, UFR Sciences et Techniques, responsables : A. Dessier et, B. Bourlès, 2001.
4. Visualisation de mesures océanographiques ; Développement d'une interface MATLAB, stage de 1^{ère} année d'IUP GMI, UBO, responsables : R. Chuchla, B. Bourlès, 2001.
5. Marc d'ORGEVILLE : Etude de la circulation océanique dans les 500 premiers mètres de l'Atlantique Equatorial, à partir des données de la campagne Equalant-2000, stage de DEA (Océanologie, Météorologie et Environnement, Option D : Physique et Dynamique de l'Océan, UBO), responsables : B. Bourlès, G. Eldin, J. Servain, 2001.
6. Gaël FORGET : Etude de la circulation océanique dans l'ouest de l'Atlantique Equatorial, à l'aide d'observations hydrologiques, courantométriques et d'un modèle inverse, stage de DEA (Océanologie, Météorologie et Environnement, Option D : Physique et Dynamique de l'Océan, UBO), responsables : B. Bourlès, H. Mercier, 2001.
7. Guillaume CHARRIA : Etude de la circulation océanique au niveau des Eaux Antarctiques Intermédiaires en Atlantique Tropical, stage de DEA (Océanologie, Météorologie et Environnement, Option D : Physique et Dynamique de l'Océan, UBO), responsable : B. Bourlès, 2002
8. Nicolas KOLODZIEJCZYK : La Température de Surface de la Mer: Importance climatique et mesure. Pré-stage de fin d'étude de l'ENSIETA (60h), responsable: B. Bourlès, 2003.
9. Nicolas KOLODZIEJCZYK : Intercomparaison de champs et de mesures de la Température de Surface de la Mer dans le Golfe de Guinée: validation des mesures TRMM. Stage de fin d'étude de l'ENSIETA (6 mois, de mars à septembre 2003), responsable: B. Bourlès, 2003.
10. Catherine GUIAVARCH : Etude de la salinité de surface de la mer dans le Golfe de Guinée, stage de DEA (Océanologie, Météorologie et Environnement, Option D : Physique et Dynamique de l'Océan, UBO), responsable : B. Bourlès, 2003.
11. Nicolas KOLODZIEJCZYK : Etude de la terminaison du Sous Courant Equatorial dans le Golfe de Guinée. Stage de DEA (Océanologie, Météorologie et Environnement, Option D : Physique et Dynamique de l'Océan, UBO) (3 mois), responsable: B. Bourlès, 2004.
12. Mélanie JUZA : Validation des mesures d'une station météorologique située à São Tomé. Stage de fin d'école Ingénieur (ISITV-Toulon ; 5 mois), responsables: D. Dagorne et B. Bourlès, 2004.
13. Florence TOHANZIN : Analyse des conditions météo-océaniques à la côte du Bénin. Stage de Master 2 de la CIPMA/UAC (4 mois), effectué au CRHOB (Cotonou, Bénin) ; responsables : B. Bourlès et R. Djiman, 2008.
14. Cyrille AKUETEV : Analyse des conditions hydrologiques et courantométriques au nord du Golfe de Guinée, à partir de mesures in situ. Stage de Master 2 d' « Océanographie physique et applications » de la CIPMA (5 mois), responsable : B. Bourlès, 2009.
15. Georges DEGBE : Géomorphologie et érosion côtière dans le Golfe de Guinée, Stage de Master 2 d' « Océanographie physique et applications » de la CIPMA (5 mois), responsables : L.M. Oyédé, B. Bourlès et R. Djiman, 2009.
16. Nubi Olubunmi OYOOLA : Proposal on pollutional assessment of the nutrient levels in the northern region of the Gulf of Guinea -Benin, Ghana, Nigeria & Togo-, Stage de Master 2 d' « Océanographie physique et applications » de la CIPMA (5 mois) et de Master of Philosophy du Département de Recherches Marines de l'Université de Lagos (Nigeria) ; responsables : B. Bourlès, C. Edokpayi (Unilag/Lagos), G. Adjao (Niomr/Lagos) & N. Hounkonnou (CIPMA/UAC), 2009.
17. Binessi Komlan AKAKPO : Analyse du Sous Courant Equatorial à 10°W, Stage de Master 2 d' « Océanographie physique et applications » de la CIPMA (5 mois) ; responsables : F. Marin et B. Bourlès, 2010.

18. Félix Messan K. DJOSSOU : Analysis of winds along the northern coast of the Gulf of Guinea and in south Atlantic Islands; Stage de Master 2 d' « Océanographie physique et applications » de la CIPMA (5 mois); responsable : B.Bourlès, 2010.
19. Victor O.OKPEITCHA Analyse des statistiques de pêche au large du Bénin et des liens potentiels entre la variabilité des pêches et des conditions météo-océaniques; Stage de Master 2 d' « Océanographie physique et applications » de la CIPMA (5 mois); responsables : B.Bourlès et R.Djiman, 2010.
20. Lumea Abra ADOSSI : Research of the predictor index for the Gulf of Guinea equatorial and coastal upwellings; Stage de Master 2 d' « Océanographie physique et applications » de la CIPMA (5 mois); responsables : B.Bourlès et D.Dagorne, 2010.

- Participation à des comités et jurys de thèse :

1. F. VAUCLAIR, membre du comité de thèse et du jury (examineur, thèse soutenue le 14 novembre 2001).
Sujet de la thèse: Variabilité interannuelle des bilans de masse et de chaleur des couches superficielles de l'océan Atlantique Tropical. Directeur de thèse: Yves DuPenhoat (IRD-LEGOS), Université Toulouse.
2. S. FREUDENTHAL, membre du comité de thèse et du jury (examineur, thèse soutenue le 1^{er} mars 2002).
Sujet de la thèse: Utilisation des fréons comme traceurs de la circulation profonde en Atlantique Tropical. Directeur de thèse: Chantal Andrieu (IRD-LODYC), Université Paris VI.
3. Sorayda TANAHARA, membre du jury de thèse (rapporteur, thèse soutenue le 24 septembre 2004), Sujet de la thèse : Etude de la circulation dans le Golfe de Mexique et la Mer des Caraïbes. Validation des simulations CLIPPER-ATL6 à l'aide des observations CANEK. Directeur de thèse: Michel Crépon (CNRS-LODYC), Université Paris VI.
4. Alex COSTA da SILVA: co-directeur de thèse (2003-2006) et membre du jury (thèse soutenue le 2 février 2006, à Recife/Brésil). Sujet de la thèse : Effet de la salinité de surface sur la circulation et les transports dans le bassin ouest de l'Atlantique Equatorial. Directeur de thèse : Moacyr Araujo (Université de Recife), Université de Recife, Brésil.
5. Lucia BUNGE : membre du jury de thèse (examineur, thèse soutenue le 9 octobre 2006, à Paris). Sujet de la thèse: Variability of Equatorial Currents at 10°W and at 23°W. Directeur de thèse: Christine Provost (CNRS), Université Paris VI.
6. Oumarou NIKIEMA : membre du jury de thèse (rapporteur, thèse soutenue le 22 décembre 2006). Sujet de la thèse : "Modélisation de la circulation côtière sur une marge continentale soumise à un apport fluvial important : Application au cas du plateau nord brésilien sous influence de l'Amazonie". Directeur de thèse : Jean-Luc Devenon (IFREMER) et Melika Baklouti (COM), Université Aix-Marseille II.
7. Anne Charlotte PETER : membre du jury de thèse (examineur, 2 février 2007). Sujet de la thèse: Influence de la dynamique océanique sur le couplage océan-atmosphère dans le Golfe de Guinée. Directeurs de thèse: Yves DuPenhoat (IRD-LEGOS) et Guy Caniaux (CNRM, MF), Université Toulouse.
8. Nicolas KOLODZIEJCZYK, membre du jury de thèse (directeur de thèse ; 8 juillet 2008). Sujet de la thèse : Circulation océanique dans le Golfe de Guinée. Université de Bretagne Occidentale (UBO).
9. Gabriella ATHIE de VELASCO, membre du jury de thèse (directeur de thèse, co-dirigée avec Frédéric MARIN ; 11 juillet 2008). Sujet de la thèse: les ondes tropicales d'instabilité en Atlantique Equatorial. Université de Bretagne Occidentale (UBO).
10. Kouadio ALI EUGENE, membre du jury de thèse (co-directeur de thèse, rapporteur, 26 février 2009). Sujet de la thèse : Description et analyse des données de surface océanique et du climat le long du littoral du Golfe de Guinée : influence de l'upwelling sur le climat. Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire).

- Activités d'enseignement.

1) Dispense de cours :

- Un cours d'océanographie physique a été dispensé à Cayenne en juillet 1996, lors d'une Université d'été « Alizés », qui s'adressait à des professeurs de lycée ou de l'IUFM et avait pour thème «océan-atmosphère-climat-écosystèmes en région intertropicale». Des Travaux Dirigés ont également été rédigés et encadrés. Il était prévu que les cours dispensés pendant cette université «Alizé» soient publiés dans un ouvrage collectif, destiné aux professeurs de lycée, dans la collection «Synapses» (Hachette), ce qui n'a pas abouti. Mon cours d'océanographie physique avait été rédigé notamment à cette intention.
- Chargé des cours d'océanographie tropicale pour le DEA (Océanologie, Météorologie et Environnement, Option D : Physique et Dynamique de l'Océan) de l'UBO de 2000 à 2004 (10h d'enseignement en 2000 et 2001, 4h de 2002 à 2004).
- Chargé des cours d'océanographie physique et tropicale pour le DEA de Géophysique Externe (option « climat tropical et environnement ») à l'Université de Cocody-Abidjan (CÔTE D'IVOIRE), en 2002 (20h

d'enseignement). Ces cours s'intégraient dans un accord de Coopération SUP 2000, interrompu depuis septembre 2002 suite aux événements politiques...

- Chargé de cours d'introduction à l'océanographie physique, représentant une Unité de valeur du Master 2 « Hydrologie et Gestion des Ressources en Eau », Chaire Internationale Physique Mathématique et Applications, Université d'Abomey Calavi (20h + lecture d'articles + examen), avril-juin 2008.
- Chargé de cours d'introduction à l'océanographie physique, Cours Obligatoire du Tronc Commun du Master 2 d'« Océanographie Physique et Applications » ; ce cours constitue également une Unité de valeur du Master 2 « Hydrologie et Gestion des Ressources en Eau », Chaire Internationale Physique Mathématique et Applications, Université d'Abomey Calavi (25h + lecture d'articles + examen), octobre-décembre 2008 (année 2008-2009) et novembre 2009-janvier 2010 (année 2009-2010).
- Cours/Conférence « climat, rôle de l'océan dans le climat et le changement climatique, relations climat-santé » dispensé dans le cadre du « Master International en Entomologie médicale et vétérinaire (MIE) », Ouidah (Bénin), 20 octobre 2009.

Ces cours sont rédigés:

1. Bourlès, B., Cours d'Océanographie Physique, *Université d'Eté « Alizé »*, ORSTOM/Cayenne, 23pp+55 fig., 1996.
2. Bourlès, B., and R.Chuchla, Travaux dirigés d'Océanographie Physique, I: Questions (13pp avec figures), II: Réponses (7pp), *Université d'Eté « Alizé »*, ORSTOM/Cayenne, 1996.
3. Wacogne, S., Y.Gouriou, B. Bourlès, Notes du cours d'océanographie tropicale pour le DEA (notes modifiées d'années en années), UBO, 2000.
4. Bourlès, B., Cours d'introduction à l'océanographie physique, pour la Chaire Internationale de Physique Mathématique et Applications, Université d'Abomey Calavi (CIPMA/UAC), et dispensé dans les Master 2 (Hydrologie et Océanographie) de la CIPMA depuis janvier 2008, 227pp, 2008.

2) Création d'un Master Régional en Océanographie Physique en septembre 2008.

Dans l'élan des programmes AMMA/EGEE et PROPAO, et vu la nécessité, et la demande des partenaires régionaux, de créer une formation universitaire en océanographie physique dans la sous-région, j'ai initié le lancement d'un Master (master 2) Régional bilingue (anglais-français) à Cotonou (Bénin), établi en collaboration inter-universitaire entre l'Université d'Abomey -Calavi (UAC ; Chaire Internationale Physique Mathématique et Applications -CIPMA-) et l'Université Paul Sabatier (UPS) de Toulouse, avec le soutien de l'IRD. Membre du Comité de Direction de ce Master, avec les Professeurs Norbert Hounkonnou (professeur, Président de la CIPMA) et Nick Hall (professeur à l'UPS, LEGOS-Toulouse). Je suis Membre des Comités Pédagogique et Scientifique de ce Master.

Pour pouvoir assurer le financement de ce Master, j'ai rédigé une réponse à l'appel d'offre « Chaire Croisée » de l'IRD, co-signée par Mrs N.Hounkonnou et N.Hall, retenue par l'IRD pour le financement du Master et l'initialisation de travaux de recherche à la CIPMA, en relation avec le programme régional d'océanographie physique en Afrique de l'Ouest (PROPAO). Un soutien financier a été également obtenu sous forme d'un crédit incitatif du Département DME de l'IRD. La Chaire Croisée a été approuvée pour la première année 2008-2009. Suite à la réponse à l'appel d'offre suivant en 2009, la Chaire Croisée et le soutien de l'IRD a été prolongé pour 2 années universitaires, 2009-2010 et 2010-2011.

J'ai effectué des démarches (2008-2009) pour l'implication financière de TOTAL dans le fonctionnement du Master 2 à partir de 2009. Ces démarches ont abouti et une convention, pour trois années universitaires, a été signée en automne 2009 entre TOTAL, l'IRD, l'UAC et l'UPS.

VII.d : Liste des campagnes en mer

- Confluence 1 (octobre-novembre 1998, à bord du N/O Puerto Deseado): mesures et analyse des sels nutritifs.
- NOE 5 (du 1er au 8 mars 1990, à bord du N/O André Nizery): hydrologie, profileur Aanderaa
- NOE 7 (du 9 au 18 octobre 1990, à bord du N/O André Nizery): hydrologie, profileur Aanderaa
- NOE 8 (du 18 au 25 novembre 1990, à bord du N/O André Nizery): préparation et mise à l'eau de lignes de mouillage),
- STACS 36 (du 14 septembre au 7 octobre 1990, à bord du R/V/ Malcolm Baldrige): profils Pégasus,
- STACS 37 (du 12 janvier au 2 février 1991, à bord du R/V/ Malcolm Baldrige): profils Pégasus.
- ROMANCHE 1 (du 11 août au 07 septembre 1991, à bord du N/O Alatante): quarts bathysondes.
- CITHER 1 (du 2 janvier au 19 mars 1993, à bord du N/O Alatante): quarts bathysondes, profils Pégasus, salinité.
- ETAMBOT 1 (du 9 septembre au 11 octobre 1995, à bord du N/O Le Noroit): quarts bathysondes, LADCP, VMADCP, salinité.
- ETAMBOT 2 (du 12 avril au 16 mai 1996, à bord du R/V Edwin Link): quarts bathysondes, LADCP, VMADCP, salinité.
- SABORD-0 (du 25 au 29 mai 1996, à bord du B/O l'Antéa): quarts bathysondes, VMADCP.
- EQUALANT 99 (du 13 juillet au 21 août 1999, à bord du N/O L'Atalante): quarts bathysondes, LADCP, salinité.
- EQUALANT 2000 (chef de mission, du 24 juillet au 21 août 2000, à bord du N/O L'Atalante).
- PIRATA FR12 (chef de mission, du 28 janvier au 20 février 2004, à bord du N/O L'Atalante).
- EGEE 1 / PIRATA FR14 (chef de mission, du 7 juin - 5 juillet 2005).
- EGEE 2 (2-29 septembre 2005 ; chef de mission pendant le 1^{er} leg, du 3 au 17 septembre).
- EGEE 3 (24 mai - 6 juillet 2006 ; chef de mission pendant le 1^{er} leg, du 24 mai au 18 juin).

+ *Participation à d'autres missions de terrain :*

- A São Tomé (responsable du projet et de la mission ; 10-21 octobre 2003) : Mission d'installation d'une station météorologique sur l'Île de Rolas, au sud de São Tomé, et d'intervention sur deux marégraphes au port de São Tomé, dans le cadre des programmes EGEE/AMMA et PIRATA-GLOSS respectivement.

VII.e : Liste d'actions de vulgarisation

- Conférences :

1. **Bourlès, B.**, Y. Gouriou, et C. Oudot, L'océan et le Climat : Généralités sur le Climat, le rôle de l'Océan, l'Oscillation Nord-Atlantique (B.Bourlès) ; Le Phénomène El Niño (Y.Gouriou) ; L'Océan et l'effet de Serre (C.Oudot), *Conférence Océanopolis, Brest*, 2 juin 1999.
2. **Bourlès, B.**, Circulation océanique de surface dans l'Atlantique équatorial, *Conférence dans le cadre des Séminaires UFR-SSMT du LPA, IGT, Météo-CI, et CURAT, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire*, 21 juillet 2000.
3. **Bourlès, B.**, São Tomé et Principe: Environnement climatique et océanique et présentation du programme scientifique EGEE en cours dans le Golfe de Guinée : pourquoi une station météorologique à Sao Tomé ? *Conférence à l'Alliance Française de São Tomé et Principe*, octobre 2003.
4. **Bourlès, B.**, Etudes climatiques et océanographiques dans l'Atlantique Tropical et AMMA, *Conférence donnée à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal)*, 23 novembre 2004.
5. **Bourlès, B.**, Présentation du programme AMMA et de la campagne EGEE 1, *Conférence donnée à bord du N/O Le Suroit auprès de personnalités politiques et administratives locales à Cotonou (Bénin)*, Pour la représentation IRD de Cotonou, 23 juin 2005.
6. **Bourlès, B.**, Présentation du volet océanographique d'AMMA; présentation des résultats de la première campagne EGEE 1, *Conférence donnée lors de la Conférence de présentation générale du programme AMMA organisée à l'Institut des Sciences Biomédicales Appliquées, organisée par AMMA-Bénin et la représentation IRD de Cotonou*, 2 septembre 2005.
7. **Bourlès, B.**, Présentation du programme AMMA et de la campagne EGEE 3, *Conférence donnée à bord du N/O L'Atalante auprès de personnalités politiques et administratives locales à Cotonou (Bénin)*, Pour la représentation IRD de Cotonou, 17 juin 2006.
8. **Bourlès, B.**, Etudes climatiques et océanographiques dans l'Atlantique Tropical Est : une introduction au programme AMMA et à son volet océanographique EGEE, *Conférence donnée à la Chaire Internationale de Mathématiques et Physiques Appliquées, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)*, 18 décembre 2007.
9. **Bourlès, B.**, Regional Programme of Physical Oceanography in West Africa : scientific international context, goals and status, *Conférence donnée au Nigerian Institute of Oceanography and Marine Research,, Conférence PROPAO, Lagos (Nigeria)*, 23 mars 2008.
10. **Bourlès, B.**, Regional Programme of Physical Oceanography in West Africa : scientific international context, goals and status, *Conférence donnée au Department of Fisheries/University of Accra, Conférence PROPAO, Legon (Ghana)*, 28 mai 2008.
11. **Bourlès, B.**, Les changements climatiques et les impacts potentiels en Afrique de l'Ouest, *Conférence donnée à la Chaire Internationale de Mathématiques et Physiques Appliquées, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)*, 12 décembre 2008.
12. **Bourlès, B.**, Les changements climatiques en cours, impacts sur l'océan et en Afrique de l'Ouest, *Conférence donnée à l'université de Lomé (Togo)*, 4 juin 2009.
13. **Bourlès, B.**, Le climat, l'océan, le rôle de l'océan dans le climat et les changements climatiques, *Conférence donnée au Centre Culturel Français de Lomé (Togo)*, 5 juin 2009.
14. **Bourlès, B.**, Le climat, l'océan, le rôle de l'océan dans le système climatique et informations sur le changement climatique en cours, *Conférence donnée au Centre Culturel Français de Cotonou (Bénin)*, 24 septembre 2009.

- Vulgarisation & Communication / Portes Ouvertes / Journées de la Science :

- Contribution aux activités IST (1990-1994) et responsable des activités de l'IST du Centre ORSTOM de Cayenne (1993-1994).
- Réalisation de posters et contribution aux journées 'Fêtes de la Science' et 'Portes Ouvertes' au centre ORSTOM de Cayenne (1990-1994 ; 1995-1997), puis au centre IRD de Bretagne (1997-2005).
- Réalisation d'un film (10mn) présentant les activités au cours de la campagne océanographique CITHER 1 (janvier-mars 1993), présenté lors d'expositions.
- Réalisation d'une note d'illustrations et de vulgarisation intitulée : « São Tomé et Principe: Environnement climatique et océanique et présentation du programme scientifique EGEE en cours dans le Golfe de Guinée ». Note d'information scientifique pour les autorités de São Tomé, (juin-juillet 2003) et mise en ligne sur le site internet du Centre IRD de Bretagne (<http://www.brest.ird.fr>).
- Réalisation (mars 2004) d'une note d'illustrations et de vulgarisation intitulée : « La campagne PIRATA FR12 de janvier-février 2004, 11pp., Note utilisée pour le site internet du Centre IRD de Bretagne (<http://www.brest.ird.fr>) et présentée en projection vidéo-conférence lors des journées Porte Ouverte au Centre IRD de Bretagne.

- Réalisation (juin 2004) d'une page Web présentant les activités océanographiques dans le cadre du LEGOS à Brest, d'AMMA/EGEE et du programme PIRATA, et accessible sur le site du Centre IRD de Bretagne (<http://www.brest.ird.fr>)
- Pages Web des campagnes EGEE / AMMA : Rédaction d'un carnet de bord (journal de vulgarisation, avec photos ou cartes ou illustrations) et transmission quotidienne à partir du navire de recherche pendant les campagnes du programme EGEE, pour la réalisation au Centre IRD de Bretagne d'une page web permettant le suivi en temps réel des campagnes sur le site internet du Centre IRD de Bretagne (<http://www.brest.ird.fr>); (juin-juillet 2005, septembre 2005, mai-juillet 2006). Ces journaux de bord sont depuis effectués pendant chaque campagne à la mer dont je suis responsable (EGEE en 2006 et 2007 puis PIRATA depuis 2008) et accessibles à partir du site internet du Centre IRD de Bretagne.
- Interview (février 2006) au Centre IRD de Bretagne pour la revue « Sciences Ouest - recherche et innovation en Bretagne- », ayant donné lieu à la publication d'un article « Campagne océanographique en cours : la mousson africaine est passée au crible à l'IRD » paru dans le numéro 233 de la revue « Sciences Ouest - recherche et innovation en Bretagne- » de juin 2006.
- Réalisation (janvier 2008) de la page Web présentant les activités océanographiques dans le cadre du LEGOS à Cotonou (Bénin), à savoir AMMA/EGEE, PIRATA et PROPAO, et accessible sur le site du Centre IRD de Cotonou (<http://www.ird.fr/benin/>). Mise à jour et rédaction de rubriques d'actualités relatives à ces programmes.
- Rédaction (décembre 2008) de la page Web relative à PIRATA pour le site CNRS/INSU des campagnes à la mer; <http://www.insu.cnrs.fr/a2788,pirata-prediction-and-research-moored-array-in-the-tropic-atlantic.html>. Mise à jour annuelle.
- Interventions au Lycée Français (1^{ère}S et Terminale S) de Lomé (Togo) sur le climat, le rôle de l'océan dans le climat et sensibilisation au changement climatique, 3 juin 2009.
- Animation d'une table ronde au Centre Culturel Français de Lomé (Togo) sur le climat, l'océan, et le rôle de l'océan dans le climat, le 4 juin 2009 et d'un café science au même endroit sur le même thème le 5 juin. Rencontres avec le public au même endroit autour de l'exposition de la DIC/IRD « Climat et Océan ».
- Organisation, avec Melle Cristelle Duos (DIC/IRD, Cotonou), de l'exposition de la DIC/IRD « Climat et Océan » au CCF de Cotonou programmée en septembre 2009, avec conférences et débats publics et projection des films « la Calebasse et le Pluviomètre », relatif au programme AMMA, et « la campagne maritime EGEE6 », de Canal IRD relatif à la campagne océanographique du même nom, suivie d'un débat (1^{er} octobre 2009). Visite expliquée de l'exposition aux classes de 1^{ère} S et ES, et Terminale S du lycée français Montaigne de Cotonou, avec projection commentée du film « A la recherche du temps futur » relatif au programme TOGA/COARE.

- Diverses actions radiophoniques et audiovisuelles :

- RFO-Guyane : Conseils et interviews pour une émission de RFO-Guyane concernant les activités du laboratoire d'océanographie physique du centre ORSTOM de Cayenne (film de 12mn, intitulé « l'océanographie en Guyane », diffusé en novembre 1997 en Guyane -RFO-), avril-mai 1997.
- RFO-Guyane / Cayenne: interviews TV et radio diffusées relatives à la campagne PIRATA FR12 et aux programmes climatiques en Atlantique Tropical, février 2004.
- ORTB-BENIN : interviews TV et radio relatives au programme AMMA et à la campagne EGEE 1, effectuées à bord du N/O LE SUROIT le 23 juin et diffusées par l'ORTB, juin 2005.
- Contribution (interviews à bord de l'Atalante et conseils au cinéaste pendant la campagne EGEE 3 de mai-juillet 2006) au film « La calebasse et le pluviomètre » (2007, 60mn), réalisé par M.Dalaise, produit par CNRS, IRD, Ifremer, CSI, Météo-France.
- Film « Le programme AMMA : La campagne maritime EGEE », (2'42'') relatant la campagne EGEE 6, Canal IRD (www.canal.ird.fr/amma.htm); Réalisation : L.Markiw; Images : B.Gobert, J.J.Levenez; Conseiller et rédacteur scientifique : B.Bourlès), décembre 2007.
- Rédaction de communiqués de presse lors des ateliers PROPAO à Cotonou, en octobre 2007 et mai 2009.
- Interview pour la radio « Nana FM » de Lomé le 4 juin relative au Climat, l'Océan et les changements climatiques en Afrique de l'Ouest.
- Rédaction d'un article / communiqué de presse pour le journal « Togo Presse » relative à l'exposition « Océan et Climat » de la DIC/IRD présentée au CCF et aux conférences dispensées en mai-juin 2009.
- Rédaction de communiqués de presse lors du colloque « recherche et formation en océanographie physique dans les universités d'Afrique de l'Ouest » à Cotonou, en novembre 2009.
- Réalisation en cours d'un film IRD dédié aux expériences menées pendant une campagne en mer à partir des images tournées pendant la campagne EGEE 3 (et ayant servi pour le film « La Calebasse et la Pluviomètre ») avec Mr Marcel Dalayse (Réalisateur CNRS/images). Scénario, rédaction du texte « off » et montage en cours (depuis automne 2009). Finalisation prévue mi 2010. Montage par les services audiovisuels du Centre IRD de Bondy (B.Surugue, F.Thoma).

VII.f : Organisation de colloques ou ateliers

- Initiateur, organisateur et coordinateur d'un colloque dédié à la « formation et recherche en océanographie au sein des universités d'Afrique de l'Ouest », associé et simultané à la 6^{ème} « Conférence Internationale sur les Problèmes Contemporains en Physique Mathématique Appliquée (Copromaph) » organisé par la CIPMA de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC), 2-6 novembre 2009, Cotonou (Bénin). Colloque soutenu par la Chaire Croisée (DSF/IRD) liée au Master 2 régional d'océanographie physique et applications de Cotonou (IRD, UAC, UPS, Total).
- Membre du comité scientifique et du comité d'attribution de bourses du 3^{ème} congrès international AMMA (20–24 juillet 2009) à Ouagadougou (Burkina Faso).
- co-organisateur du 2nd atelier du programme régional Ripiecsa-Océan en Afrique de l'Ouest, mai 2009, Cotonou (Bénin). Chairman des sessions plénières (35 participants).
- Initiateur et coordinateur (PI du comité scientifique et membre du comité organisation) des meetings AMMA-Ocean/TACE/PIRATA et PIRATA SSG/PRB, organisés du 2 au 6 février 2009 à Toulouse (Centre International de Conférence de Météo-France).
- Membre du comité scientifique du 2nd congrès international AMMA, et du comité d'organisation du meeting AMMA-Ocean/TACE/PIRATA associé, (26–30 nov., 2007) à Karlsruhe (Allemagne). Co-chairman de la session « Tropical Atlantic Ocean Circulation ».
- Co-organisateur du 1^{er} atelier du programme régional Ripiecsa-Océan en Afrique de l'Ouest, 17-19 octobre 2007, Cotonou (Bénin). Chairman des sessions plénières (25 participants).
- Chairman de la réunion nationale EGEE-AMMA / PIRATA / Atl.Tropical, avril 2007, Paris
- Organisateur et chairman de la réunion du PIRATA international SSG (26-28 mars 2007) à Brest
- Co-chairman de la session « océan, interaction océan-atmosphère » lors du colloque international AMMA de Toulouse, 6-10 novembre 2006.
- Organisateur et chairman d'une réunion de travail EGEE/AMMA et TACE avec l'IFM-GEOMAR à Brest (octobre 2006).
- Co-chairman du comité d'organisation international et membre du comité scientifique de la 1^{ère} conférence internationale AMMA (28 nov – 2 déc, 2005) à Dakar (Sénégal).
- Co-organisateur de la réunion nationale EGEE-AMMA / TACE / CLIVAR, novembre 2005, Paris.
- Chairman du congrès international PIRATA XI (12-14 octobre 2005) à Toulouse.
- Co-organisateur de la réunion nationale EGEE-AMMA / TACE / CLIVAR, octobre 2004, Paris.
- Chairman des sessions WP2.2 au congrès API_AMMA de Dijon, 20-24 septembre 2004.
- Organisateur de la réunion du CCMA (CS national API AMMA), mai 2004, Brest.
- Organisateur de la réunion nationale de l'ORE PIRATA, septembre 2003, Paris.
- Organisateur de la réunion nationale EGEE-AMMA, septembre 2003, Paris.

VII.g : Participation à des commissions scientifiques de programmes nationaux et internationaux:

- **Initiateur et co-responsable du Master 2** « Océanographie physique et applications » de l'Université d'Abomey Calavi, Chaire UNESCO Internationale de Physiques Mathématiques et Applications, membre du Comité de Direction et du Comité Pédagogique de ce Master à la CIPMA, depuis septembre 2008.
- **Membre du TACE Observations Working Group** (Tropical Atlantic Climate Experiment, soutenu par CLIVAR), depuis mars 2006.
- **Membre du Groupe Scientifique International du programme PIRATA** (Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic, programme tripartite Brésil, France, USA), PIRATA SSG, depuis août 2001. **Co-Chairman** depuis décembre 2004.
- **Membre du AMMA** (Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine) **International Scientific Steering Committee (AMMA ISSC)**, créé en mai 2004.
Dans ce cadre, également **coordinateur du Working Group 3.2** (ocean-atmosphere interactions) d'AMMA-ISSC, **membre du AMMA International Coordination and Implementation Group (AMMA ICIG)** et **coordinateur du Task Team n°6** (EOP/SOP Oceanic campaigns & measurements in open ocean) avec R.L.Molinari (NOAA-Miami / USA) et P.Brandt (IFM-Kiel /Allemagne) jusqu'en 2009.
- **Membre du CLIVAR** (CLImate VARIability and predictability) **Atlantic Implementation Panel (AIP)** d' avril 2004 à janvier 2008.
- **Membre du CNFRO** (Comité National Français pour le Recherche Océanographique), antenne française du Scientific Committee for Oceanographic Research (SCOR) depuis juillet 2003.
- **Responsable de l'ORE PIRATA** en France depuis 2003, devenu **SOERE PIRATA** en 2010.
- **Membre du Comité Scientifique et de Coordination nationale du programme AMMA** (Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine) et coordinateur du volet 'océan' de ce programme (EGEE), d'octobre 2001 à février 2010. **Membre du Groupe « partenariat & formation » en Afrique et du « Réseau d'expertise AMMA »** depuis février 2010.
- **Membre de la commission OPCB** ("Océanographie Physique, Chimique et Biologique") de l'IFREMER depuis janvier 2003. Démissionnaire en avril 2004 (suite à ma nomination au Clivar Atlantic Implementation Panel le même mois).
- **Membre du Comité Scientifique du programme national PATOM** (Programme ATmosphère et Océan à Multi-échelles) depuis janvier 2003, devenu **programme national IDAO** (Interactions et Dynamique de l'Atmosphère et de l'Océan) en 2006. Démissionnaire en septembre 2006 suite à mes implications dans AMMA/EGEE.
- **Membre du Groupe Scientifique de CORIOLIS**, créé en Mai 2002. Démissionnaire en juin 2007, en raison de mon affectation au Bénin (août 2007).
- **Membre nommé à la Commission de Spécialistes section 37** de l'Université de Bretagne Occidentale (suppléant en 1999-2000, titulaire depuis Septembre 2001 ; démissionnaire par obligation administrative en février 2004 suite à ma nomination en tant de Directeur de Recherche en janvier 2004).

VII.h : Activités administratives et de gestion de recherche

1) Coordination (scientifique et budgétaire) de programmes scientifiques concernant les études océanographiques et climatiques en Atlantique Tropical :

- a) 2001-2007 : Responsable de l'équipe du LEGOS au Centre IRD de Brest
- b) depuis 2002 : ORE PIRATA (budgets IRD, Météo-France). Co-responsable scientifique de la convention IRD-Météo-France (rapports annuels). Responsable des campagnes océanographiques annuelles PIRATA (dossiers de demandes de campagne, de compte-rendu technique des campagnes et de valorisation). Evaluation quadriennale (2005 et 2009) pour évaluation par le CIOE et le maintien de PIRATA en tant qu'observatoire. PIRATA est labellisé SOERE depuis 2010.
- c) depuis 2002 : Programme EGEE, volet océanographique d'AMMA (WP2.2 de l'API AMMA ; budgets PNEDC, PATOM, API-AMMA, INSU, et IRD) ; Responsable des actions de terrain (São Tomé et 6 campagnes océanographiques EGEE) et de la coordination du programme (avec Mr Guy Caniaux, Météo-France).
- d) depuis 2007 : Programme Régional d'Océanographie Physique en Afrique de l'Ouest (PROPAO), soutenu par RIPIECSA (AIRD) ; co-responsable (Avec Mr R.Djiman, CRHOB/Cotonou) de la coordination régionale.
- e) depuis juin 2008 : Co-responsable du suivi de la Chaire Croisée (IRD/LEGOS, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou/Bénin) ; gestion budgétaire et rapports.
- f) depuis septembre 2008 : Co-responsable (avec Mr C.Edokpayi, Université de Lagos) de la Convention relative aux actions scientifiques en océanographie établie dans le cadre du MoU signé entre l'IRD et l'UNILAG. Rapports annuels.
- g) depuis octobre 2009 : Co-responsable du suivi de la convention entre TOTAL, l'IRD, l'UPS et l'UAC pour le soutien du Master 2 de Cotonou ; gestion budgétaire et rapports.

2) Directeur par intérim de la Représentation IRD du Bénin depuis août 2008.

3) Membre des Comités Scientifique et de Direction du Master 2 régional d' « Océanographie Physique et Applications » à la Chaire Internationale Physique Mathématique et Applications (CIPMA), Université d'Abomey Calavi, Cotonou/Bénin, depuis juin 2008.

4) Divers :

- a) Membre du comité Information Scientifique et Technique (1990-1994 ; 1995-1997) du Centre ORSTOM de Cayenne. Responsable de l'Action Budgétée de l'I.S.T. de Cayenne (1993-1994).
- b) Représentant suppléant de la Commission Administrative Paritaire n°2 Chercheurs de l'ORSTOM (compétente pour le corps des Chargés de Recherche ; 1992 – 1997).
- c) Membre élu du personnel au Comité Technique Paritaire Local du centre ORSTOM de Cayenne (1995-1997).
- d) Président (1998-2000) de la section locale du Centre IRD de Bretagne de l'Association des Œuvres Sociales de l'IRD.
- e) Vice-président (2000-2007) de la section locale du Centre IRD de Bretagne de l'Association des Œuvres Sociales de l'IRD.
- f) Président (2007-2010) de la section locale de l'Association des Œuvres Sociales de l'IRD à Cotonou (Bénin).

VIII : ANNEXE 2 : LISTE DES SIGLES

Instituts, laboratoires et programmes.

ACCESS:	African Centre for Climate and Earth System Science (Afrique du Sud)
AIRD :	Agence Inter-établissements de Recherche pour le Développement
AMMA:	Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine
AMMA IGB:	AMMA International Governing Board
AOML :	Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory
API AMMA:	Action Programmée Inter-organismes AMMA
ARGO:	Part of the Integrated Global Observation Strategy
BCLME:	Benguela Current Large Marine Ecosystem.
CBRST :	Centre Béninois de la Recherche Scientifique et Technique
CCLME:	Canary Current Large Marine Ecosystem
CCMA :	Comité de Coordination Mousson Africaine
CGILE :	Centre de Gestion Intégrée du Littoral et de l'Environnement (Togo)
CIOE :	Comité Inter-Organismes Environnement
CIPMA:	Chaire Internationale de Physique Mathématique et Applications
CITHER :	Circulation THERmohaline
CLIVAR:	CLimate VARIability and predictability
CLIVAR AIP :	CLIVAR Atlantic sector Implementation Panel
CNRM:	Centre National de Recherches Météorologiques de Météo-France
CNRS:	Centre National de la Recherche Scientifique
COI :	Commission Océanographique Intergouvernementale (UNESCO)
CPTEC :	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (Brésil)
CRHOB:	Centre de Recherches Halieutiques et Océanologiques du Bénin
CRO :	Centre de Recherches Océanographiques (Côte d'Ivoire)
CSOA :	Commission Spécialisée "Océan Atmosphère"
DHN :	Diretoria de Hidrografia e Navegação (Brésil)
DME :	Département Milieux et Environnement (IRD)
DOF:	Department of Oceanography & Fisheries (Ghana)
DSF :	Département Soutien et Formation
ECLAT :	Etudes Climatiques en Atlantique Tropical.
ECMWF:	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
EGEE:	Etude de la circulation océanique et du climat dans le Golfe de Guinée
EQUALANT:	EQUatorial atLANTique
ETAMBOT :	Etude du Transport Atlantique Méridien dans le Bassin Ouest équatorial
FOCAL/SEQUAL :	Français Océan Climat Atlantique équatorial, Seasonal Equatorial Atlantic experiment
FSP :	Fonds de Solidarité Prioritaire
FUNCME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Brésil)
GCLME:	Guinea Current Large Marine Ecosystem
GCOS :	Global Climate Observations System
GDC :	Geophysical Data Center
GDP :	Global Drifter Program
GEOSS:	Global Earth Observation System of Systems
GLOSS :	Global Sea Level Observations System
GMMC :	Groupe Mission Mercator Coriolis
GODAE :	Global Ocean Data Assimilation Experiment project
GOOS :	Global Ocean Observing System
GOSUD :	Global Surface Underway Data
GTS:	Global Telecommunication System
IFM-GEOMAR :	Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Universität Kiel
IFREMER :	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

INPE :	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Brésil)
INSU :	Institut National des Sciences de l'Univers
IRD:	Institut de Recherches pour le Développement (ex ORSTOM)
JEAI :	Jeunes Equipes Associées à l'IRD
LAPA-MF :	Laboratoire de la Physique de l'Atmosphère et de Mécanique des Fluides (Côte d'Ivoire)
LEGOS :	Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales
LOCEAN :	Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentation et Approches Numériques (ex LODYC)
LODYC :	Laboratoire d'Océanographie Dynamique et de Climatologie
LPAO :	Laboratoire de Physique de l'Atmosphère et de l'Océan (Sénégal)
LPO :	Laboratoire de Physique des Océans
MROPA	Master 2 Régional d'Océanographie Physique et Applications
NCEP :	National Centers for Environmental Prediction
NDBC:	National Data Buoy Center
NIOMR:	Nigerian Institute for Oceanography and Marine Research (Nigéria)
NOAA :	National Oceanic and Atmospheric Administration
NOE:	Atlantique Nord Ouest Equatorial
ODINAFRICA :	Ocean Data and Information Network for Africa
OOPC :	Ocean Observations Panel for Climate
ORE:	Observatoire de Recherche pour l'Environnement
ORSTOM:	Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ex Office de Recherches Scientifiques et Techniques d'Outre Mer).
PATOM :	Programme Atmosphère et Océan Multi-échelles
PIRATA:	Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic (ex Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic)
PIRATA NEE:	PIRATA North Eastern Extension
PIRATA PRB:	PIRATA Resources Board
PIRATA SEE:	PIRATA South Eastern Extension
PIRATA SSG:	PIRATA Steering Scientific Group
PIRATA SWE:	PIRATA South Western Extension
PNEDC :	Programme National d'Etude de la Dynamique du Climat
PROPAO:	Programme Régional d'Océanographie Physique en Afrique de l'Ouest
RIPIECSA :	Recherches Interdisciplinaires et Participatives sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés en Afrique de l'ouest
RSMAS:	Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science.
SABORD:	Série d'observations de l'Atlantique Bord Ouest dans la Région Demerara
SISMER :	Système d'Informations Scientifiques pour la Mer
SMOS :	Soil Moisture and Ocean Salinity
SOERE :	Systèmes d'Observation et d'Expérimentation, sur le long terme, pour la Recherche et l'Environnement (ex ORE)
STACS:	SubTropical Atlantic Climate Studies
TAO:	Tropical Atmosphere-Ocean
TACE:	Tropical Atlantic Climate Experiment
UAC:	Université d'Abomey Calavi (Cotonou, Bénin)
UBO:	Université de Bretagne Occidentale (Brest)
UPS:	Université Paul Sabatier (Toulouse)
WAM :	West African Monsoon
WCRP:	World Climate Research Programme
WESTRAX:	WEstern TRopical Atlantic Experiment
WOCE:	World Ocean Climate Experiment

Masses d'eau, courants et termes climatiques

AABW :	Antarctic Bottom Water (en français : EAAF)
AAIW :	Antarctic Intermediate Water (en français : EAAI)
CCEN :	Contre Courant Equatorial Nord (en anglais : NECC)
CCES :	Contre Courant Equatorial Sud (en anglais : SECC)
CCIN :	Contre Courant Intermédiaire Nord (en anglais : NICC)
CCIS :	Contre Courant Intermédiaire Sud (en anglais : SICC)
CEN :	Courant Equatorial Nord (en anglais : NEC)
CES :	Courant Equatorial Sud (en anglais : SEC)
CG :	Courant de Guinée (en anglais : GC)
CNB :	Courant Nord Brésilien (en anglais : NBC)
CEI :	Courant Equatorial Intermédiaire (en anglais : EIC)
CPBO :	Courant Profond de Bord Ouest (en anglais : DWBC)
DEJ :	Deep Equatorial Jets (en français : JEP)
DWBC :	Deep Western Boundary Current (en français : CPBO)
EAAF :	Eaux Antarctique de Fond (en anglais : AABW)
EAAI :	Eaux Antarctique Intermédiaire (en anglais : AAIW)
EEJ :	Extra Equatorial Jets (en français : JEE)
EIC :	Equatorial Intermediate Current (en français : CEI)
EPNA :	Eaux Profondes Nord Atlantique (en anglais : NADW)
ENSO :	El Niño–Southern Oscillation
EUC :	Equatorial Under Current (en français : SCE)
GC :	Guinea Current (en français : CG)
GUC :	Guiana Under Current (voir aussi WBUC)
ITCZ :	InterTropical (trade winds) Convergence Zone (en français ZITC)
JEE :	Jets Extra Equatoriaux (en anglais : EEJ)
JEP :	Jets Equatoriaux Profonds (en anglais : DEJ)
LEIC :	Lower Equatorial Intermediate Current (en français: SCEI)
NADW :	North Atlantic Deep Water (en français: EPNA)
NAO :	North Atlantic Oscillation
NBC :	North Brazil Current (en français: CNB)
NEC :	North Equatorial Current (en français: CEN)
NECC :	North Equatorial Counter Current (en français: CCEN)
NEUC :	North Equatorial Under Current (en français: SCEN)
NICC:	North Intermediate Counter Current (en français: CCIN)
OceanSITES :	Ocean Sustained Interdisciplinary Timeseries Environment observation System
SCBO :	Sous Courant de Bord Ouest (en anglais : WBUC ou GUC)
SCE:	Sous Courant Equatorial (en anglais : EUC)
SCEI :	Sous Courant Equatorial Intermédiaire (en anglais : LEIC)
SCEN :	Sous Courant Equatorial Nord (en anglais : NEUC)
SCES :	Sous Courant Equatorial Sud (en anglais : SEUC)
SEC :	South Equatorial Current (en français: CES)
SECC :	South Equatorial Counter Current (en français: CCES)
SEIC :	South Equatorial Intermediate Current (en français: SCEI)
SICC :	South Intermediate Counter Current (en français: CCIS)
SEUC :	South Equatorial Under Current (en français: SCES)
TAV :	Tropical Atlantic Variability
WBUC :	Western Boundary Under Current (en français: SCBO)
ZITC :	Zone InterTropicale de Convergence des alizés (en anglais ITCZ)